

"Express Mail" mailing label number EV 327 136 597 US  
Date of Deposit 3/8/04

Our File No. 9281-4774  
Client Reference No. N US03017

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of: )  
Kiyoshi Sato )  
Serial No. To Be Assigned )  
Filing Date: Herewith )  
For: Magnetic Head Including a Gap-depth )  
Defining Layer on Protruding Layer and )  
Method for Manufacturing the Same )

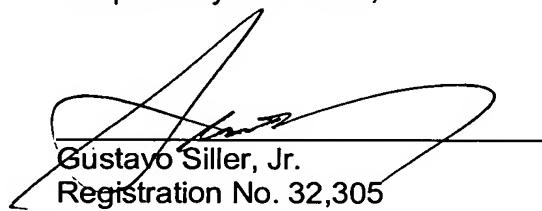
**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Transmitted herewith is a certified copy of priority document Japanese Patent Application No. 2003-066221 filed on March 12, 2003 for the above-named U.S. application.

Respectfully submitted,



Gustavo Siller, Jr.  
Registration No. 32,305  
Attorney for Applicant  
Customer Number 00757

BRINKS HOFER GILSON & LIONE  
P.O. BOX 10395  
CHICAGO, ILLINOIS 60610  
(312) 321-4200

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2003年 3月12日

出願番号 Application Number: 特願2003-066221

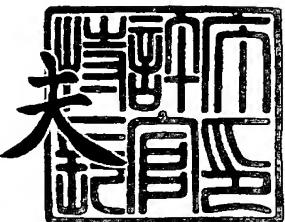
[ST. 10/C]: [JP2003-066221]

出願人 Applicant(s): アルプラス電気株式会社

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

2003年 8月14日

今井康夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 031012AL  
【提出日】 平成15年 3月12日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G11B 5/31  
【発明の名称】 磁気ヘッドおよびその製造方法  
【請求項の数】 34  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会  
社内  
【氏名】 佐藤 清  
【特許出願人】  
【識別番号】 000010098  
【氏名又は名称】 アルプス電気株式会社  
【代表者】 片岡 政隆  
【代理人】  
【識別番号】 100085453  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 野▲崎▼ 照夫  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100121049  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 三輪 正義  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 041070  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気ヘッドおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録媒体との対向面からハイト方向に延びて形成された下部コア層と、前記下部コア層上であって前記対向面からハイト方向に所定長さで形成された隆起層と、前記隆起層のハイト方向後端面からハイト方向に所定距離離れて、前記下部コア層上に形成されたバックギャップ層と、少なくとも一部が前記下部コア層、前記隆起層及びバックギャップ層で囲まれた空間内に形成されたコイル層と、前記コイル層を覆うコイル絶縁層とを有する磁気ヘッドにおいて、

前記隆起層の上面の前記対向面からハイト方向に所定距離離れた位置に非磁性材料からなるGd決め層が形成されて、このGd決め層の上面の全ての領域を覆う第1メッキ下地層が金属材料によって形成され、前記Gd決め層よりも前記対向面側の前記隆起層上に下から下部磁極層、ギャップ層が形成されて、前記下部磁極層及び前記ギャップ層のハイト方向側の端面が、前記Gd決め層の対向面側の端面に接触しており、前記ギャップ層上から前記Gd決め層上を経て前記バックギャップ層に接続される上部磁極層が形成されていることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項2】 前記Gd決め層の前記対向面側の前端面と前記第1メッキ下地層の前記対向面側の前端面が連続面となっている請求項1記載の磁気ヘッド。

【請求項3】 前記Gd決め層の前記対向面側の前端面が前記隆起層の上面に対する垂直面である請求項1または2記載の磁気ヘッド。

【請求項4】 前記Gd決め層の膜厚と前記第1メッキ下地層の膜厚の合計が0.5μm以下である請求項1ないし3のいずれかに記載の磁気ヘッド。

【請求項5】 前記Gd決め層は、SiO<sub>2</sub>、SiN、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、またはレジストから選ばれる材料によって形成される請求項1ないし4のいずれかに記載の磁気ヘッド。

【請求項6】 前記隆起層の上面、前記コイル絶縁層の上面及びバックギャップ層の上面は連続した平坦化面である、請求項1ないし5のいずれかに記載の磁気ヘッド。

【請求項 7】 前記G d決め層のハイト側の前記コイル絶縁層上にも下から下部磁極層、及びギャップ層が形成されている請求項1ないし6のいずれかに記載の磁気ヘッド。

【請求項 8】 前記下部磁極層、ギャップ層及び上部磁極層は同じ平面形状を有しており、前記対向面での前記上部磁極層のトラック幅方向における幅寸法でトラック幅Twが決定される請求項1ないし7のいずれかに記載の磁気ヘッド。

【請求項 9】 前記G d決め層のハイト方向側の後端面は、前記隆起層の上面、前記コイル絶縁層の上面、あるいは前記バックギャップ層の上面のいずれかに位置している請求項1ないし8のいずれかに記載の磁気ヘッド。

【請求項 10】 前記下部磁極層、ギャップ層及び上部磁極層は、それぞれメッキ形成されたものである請求項1ないし9のいずれかに記載の磁気ヘッド。

【請求項 11】 前記上部磁極層上には上部コア層が形成され、前記上部コア層は前記上部磁極層と同じ平面形状で形成され、前記上部磁極層及び下部磁極層は前記上部コア層よりも高い飽和磁束密度を有している請求項1ないし10のいずれかに記載の磁気ヘッド。

【請求項 12】 前記上部磁極層及び下部磁極層は前記下部コア層、隆起層及びバックギャップ層よりも高い飽和磁束密度を有している請求項1ないし11のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 13】 前記上部磁極層の平面形状は、前記対向面でトラック幅の幅寸法を持ち、ハイト方向に向けてこの幅寸法を保ちながら、あるいはハイト方向に向けてトラック幅よりも幅寸法が広がる先端部と、前記先端部のハイト側の両側基端からハイト方向に向けてトラック幅方向への幅がさらに広がる後端部とを有して構成される請求項1ないし12のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 14】 前記隆起層上には、磁性材料からなる第2メッキ下地層が形成され、前記第2メッキ下地層上に前記下部磁極層がメッキ形成される請求項1ないし13のいずれかに記載の磁気ヘッド。

【請求項 15】 前記G d決め層の前記後端面からバックギャップ層の上面にかけて、第3メッキ下地層が設けられ、第2メッキ下地層と第3メッキ下地層

とは分離形成され、前記G d決め層は前記第2メッキ下地層と第3メッキ下地層との間に位置し、前記第3メッキ下地層上に前記下部磁極層がメッキ形成される請求項14に記載の磁気ヘッド。

【請求項16】 前記第3メッキ下地層は非磁性金属材料で形成される請求項15記載の磁気ヘッド。

【請求項17】 前記コイル層は、前記下部コア層表面と平行な平面上であって、前記バックギャップ層を中心としてその周囲に巻回形成されている請求項1ないし16のいずれかに記載の磁気ヘッド。

【請求項18】 前記コイル層は、前記上部磁極層または前記下部コア層を芯軸としてトロイダル状に巻回するコイル構造を構成する請求項1ないし16のいずれかに記載の磁気ヘッド。

【請求項19】 以下の工程を有することを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

(a) 記録媒体との対向面からハイト方向に下部コア層を延ばして形成する工程と、

(b) 前記下部コア層上にコイル絶縁下地層を形成した後、所定領域の前記コイル絶縁下地層上にコイル層を形成する工程と、

(c) 前記(b)工程よりも前あるいは後に、前記下部コア層上であって前記対向面からハイト方向に前記コイル層の前記対向面側の前端面に接触しない位置で隆起層を形成し、前記隆起層のハイト方向後端面からハイト方向に離して、且つ前記コイル層と接触しない位置での前記下部コア層上にバックギャップ層を形成する工程と、

(d) 前記コイル層上をコイル絶縁層で埋める工程と、

(e) 前記隆起層の上、前記コイル絶縁層の上及びバックギャップ層の上に非磁性材料層及び第1メッキ下地層を形成する工程と、

(f) 前記記録媒体との対向面からハイト方向に所定距離離れた位置において、前記第1メッキ下地層を所定の形状にパターン形成する工程と、

(g) パターン形成された前記第1メッキ下地層によってマスクされない領域の前記非磁性材料層を除去し、前記非磁性材料層の残された部分をG d決め層とす

る工程と、

(h) 前記G d 決め層よりも前記対向面側の前記隆起層上に、下から下部磁極層、ギャップ層を、前記下部磁極層及び前記ギャップ層のハイト方向側の端面が、前記G d 決め層の対向面側の端面に接触する状態で形成し、さらに、前記ギャップ層上から前記G d 決め層上を経て前記バックギャップ層に接続される上部磁極層を形成する工程。

【請求項 20】 前記 (g) 工程において、前記G d 決め層の前記対向面側の前端面と前記第1メッキ下地層の前記対向面側の前端面を連続面にする請求項19記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 21】 前記 (g) 工程において、前記G d 決め層の前記対向面側の前端面を前記隆起層の上面に対する垂直面にする請求項19または20に記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 22】 前記 (e) 工程において、前記非磁性材料層を、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiN}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、またはレジストから選ばれる材料によって形成し、前記 (g) 工程において、マスクされない領域の前記非磁性材料層を反応性イオンエッティングによって除去する請求項19ないし21のいずれかに記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 23】 前記 (e) 工程において前記G d 決め層の膜厚と前記第1メッキ下地層の膜厚の合計を $0.5\mu\text{m}$ 以下にする請求項19ないし22のいずれかに記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 24】 前記 (d) 工程において、前記コイル層上をコイル絶縁層で埋めた後、前記隆起層の上面、前記コイル絶縁層の上面及びバックギャップ層の上面を連続した平坦化面に形成する請求項19ないし23のいずれかに記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 25】 前記 (h) 工程で、前記下部磁極層、ギャップ層及び上部磁極層を、連続してメッキ形成する請求項19ないし24のいずれかに記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 26】 前記 (h) 工程の後に、前記上部磁極層上に上部コア層を連続してメッキ形成し、前記 (h) 工程で、前記上部磁極層及び下部磁極層を前

記上部コア層よりも高い飽和磁束密度を有する材質で形成する請求項19ないし25のいずれかに記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項27】 前記(h)工程で、前記上部磁極層及び下部磁極層を前記下部コア層、隆起層及びバックギャップ層よりも高い飽和磁束密度を有する材質で形成する請求項19ないし26のいずれかに記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項28】 前記(h)工程で、前記上部磁極層の平面形状を、前記対向面でトラック幅の幅寸法を持ち、ハイト方向に向けてこの幅寸法を保ちながら、あるいはハイト方向に向けてトラック幅よりも幅寸法が広がる先端部と、前記先端部のハイト側の両側基端からハイト方向に向けてトラック幅方向への幅がさらに広がる後端部とを有して形成し、下部磁極層、ギャップ層及び上部コア層の平面形状も、前記上部磁極層の平面形状と同じとする請求項19ないし27のいずれかに記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項29】 前記(f)工程において、前記第1メッキ下地層のハイト方向側の後端面が、前記隆起層の上面、前記コイル絶縁層の上面、あるいは前記バックギャップ層の上面のいずれかに重なるように、前記第1メッキ下地層をパターン形成する請求項19ないし28のいずれかに記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項30】 前記(d)工程と(e)工程との間において、前記隆起層上に、磁性材料からなる第2メッキ下地層を形成する請求項19ないし29のいずれかに記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項31】 前記(d)工程と(e)工程との間において、前記Gd決め層の前記後端面と、バックギャップ層の記録媒体との対向面側に位置する前面との間に、第3メッキ下地層を設け、前記(f)工程において、前記隆起層と第3メッキ下地層との間の領域上に前記第1メッキ下地層をパターン形成し、前記(h)工程において、前記第3メッキ下地層上にも、前記下部磁極層、前記ギャップ層をメッキ形成する請求項19ないし30のいずれかに記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項32】 前記第3メッキ下地層は非磁性金属材料で形成する請求項31に記載の磁気ヘッドの製造方法。

**【請求項33】** 前記コイル層を、前記下部コア層表面と平行な平面上であって、前記バックギャップ層を中心としてその周囲に巻回形成する請求項19ないし32のいずれかに記載の磁気ヘッドの製造方法。

**【請求項34】** 下部コア層、隆起層及びバックギャップ層に囲まれた空間内に、前記ハイト方向と交叉する方向に伸長する複数本の第1コイル片を構成し、前記上部磁極層上に絶縁層を介して前記ハイト方向と交叉する方向に伸長する複数本の第2コイル片を構成し、前記上部磁極層の膜厚方向で対向する第1コイル片の一端部と第2コイル片の一端部とを接続してトロイダル状のコイル構造を構成する請求項19ないし32のいずれかに記載の磁気ヘッドの製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば浮上式磁気ヘッドなどに使用される記録用の薄膜磁気ヘッドに係り、特にトラック幅を所定寸法に高精度に形成でき狭トラック化に適切に対応できるとともに、磁路長を短くでき、さらには磁束の漏れを抑制して、記録特性を向上させることができる薄膜磁気ヘッド及びその製造方法に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

図28は従来の薄膜磁気ヘッドの縦断面図であり、図示左側のX-Z面と平行な最左面が「記録媒体との対向面」を示している。ここでX方向はトラック幅方向、Y方向はハイト方向、Z方向は、ハードディスクなどの磁気記録媒体の移動方向である。

##### 【0003】

図28に示す符号6がNiFe合金などで形成された下部コア層であり、この下部コア層6は記録媒体との対向面側で上部コア層方向（図示Z方向）に向けて隆起する隆起部6aが設けられている。図28に示すように前記下部コア層6のハイト方向（図示Y方向）後方には磁性材料製のバックギャップ層7が形成され、前記隆起部6aと前記バックギャップ層7間にCuなどで形成されたコイル層8の一部が収められている。前記コイル層8の周囲は絶縁層9で覆われ、前記隆

起部 6 a の上面 6 b から前記絶縁層 9 の上面 9 a 及びバックギャップ層 7 の上面 7 a は平坦化面となっている。

#### 【0004】

図 28 に示すように前記隆起部 6 a の上面から前記絶縁層 9 の上面 9 a にかけて例えば A12O3 などで形成されたギャップ層 10 が形成され、前記ギャップ層 10 上には記録媒体との対向面からハイト方向に所定間隔を空けて非磁性層 12 が形成され、さらに前記ギャップ層 10 上から前記非磁性層 12 上及び前記バックギャップ層 7 の上面 7 a にかけて上部磁極層 11 が形成されている。

#### 【0005】

これらの薄膜磁気ヘッドが開示されている特許文献として以下に示すものがある。

#### 【0006】

##### 【特許文献 1】

特開 2001-319311 号公報

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで近年の高記録密度化・高周波数化に伴って、薄膜磁気ヘッドの小型化・磁気ヘッド装置の高速化が進み、このため薄膜磁気ヘッドに求められる特性もいっそうシビアなものになる。

#### 【0008】

図 28 に示される磁気ヘッドでは、上部磁極層 11 をメッキ形成するためのメッキ下地層 13 が非磁性層 12 上に形成されている部分のメッキ下地層 13 a と下部コア層の隆起部 6 a 上に形成されている部分のメッキ下地層 13 b とに実質的に分断され、しかもメッキ下地層 13 a とメッキ下地層 13 b は、ハイト方向（図示 Y 方向）に距離 S を隔てて設けられている。

#### 【0009】

磁気ヘッドの小型化にともなって、上部磁極層 11 を薄く形成することが必要になってきているが、このように、メッキ下地層 13 a が実質的に分断されると、非磁性層 12 の上に上部磁極層 11 を確実に形成することができなくなる

という問題が生じる。

#### 【0010】

磁気ヘッドを小型化が進むと、磁気ヘッドを形成するときに、非磁性層12上のメッキ下地層13aを電極に接続することが困難になる。従って、隆起部6a上のメッキ下地層13bを電極に接続して、まず、メッキ下地層13b上に上部磁極層11をメッキ成長させ、非磁性層12上をオーバーハングさせて非磁性層12上のメッキ下地層13aに上部磁極層11を届かせることになる。

#### 【0011】

このとき、上部磁極層11がメッキ下地層13a上まで到達すれば、メッキ下地層13aも通電し、メッキ下地層13a上全体に上部磁極層11を成長させることができる。しかし、上部磁極層11を薄く形成すると、上部磁極層11がメッキ下地層13a上に届かない状態になりやすくなる。そのときには、図29に示されるように、上部磁極層11が非磁性層12の上に形成されなくなり、磁気記録ができないか、できたとしても記録特性が著しく劣る磁気ヘッドしか得られなくなる。

#### 【0012】

以上のように図28に示す磁気ヘッドでは今後の高記録度化及び高周波数化に適切に対応でき、記録特性の向上を図ることも可能な磁気ヘッドを実現することができなかった。

#### 【0013】

そこで本発明は上記従来の課題を解決するためのものであり、狭トラック化に適切に対応できるとともに、磁路長を短くでき、記録特性を向上させることができ薄膜磁気ヘッドを提供することを目的としている。

#### 【0014】

また本発明は、上記の磁気ヘッドを容易に形成することが可能な磁気ヘッドの製造方法を提供することを目的としている。

#### 【0015】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、記録媒体との対向面からハイト方向に延びて形成された下部コア層

と、前記下部コア層上であって前記対向面からハイト方向に所定長さで形成された隆起層と、前記隆起層のハイト方向後端面からハイト方向に所定距離離れて、前記下部コア層上に形成されたバックギャップ層と、少なくとも一部が前記下部コア層、前記隆起層及びバックギャップ層で囲まれた空間内に形成されたコイル層と、前記コイル層を覆うコイル絶縁層とを有する磁気ヘッドにおいて、

前記隆起層の上面の前記対向面からハイト方向に所定距離離れた位置に非磁性材料からなるG d決め層が形成されて、このG d決め層の上面の全ての領域を覆う第1メッキ下地層が金属材料によって形成され、前記G d決め層よりも前記対向面側の前記隆起層上に下から下部磁極層、ギャップ層が形成されて、前記下部磁極層及び前記ギャップ層のハイト方向側の端面が、前記G d決め層の対向面側の端面に接触しており、前記ギャップ層上から前記G d決め層上を経て前記バックギャップ層に接続される上部磁極層が形成されていることを特徴とするものである。

#### 【0016】

本発明における磁気ヘッドの特徴点は、

1. 前記隆起層の上面の前記対向面からハイト方向に所定距離離れた位置に非磁性材料からなるG d決め層が形成されて、このG d決め層の上面の全ての領域を覆う第1メッキ下地層が金属材料によって形成されている点、
2. 前記G d決め層よりも前記対向面側の前記隆起層上に下から下部磁極層、ギャップ層が形成されて、前記下部磁極層及び前記ギャップ層のハイト方向側の端面が、前記G d決め層の対向面側の端面に接触し、前記ギャップ層上から前記G d決め層上を経て前記バックギャップ層に接続される上部磁極層が形成されている点にある。

#### 【0017】

特徴点1のように、G d決め層の上面の全ての領域を覆う第1メッキ下地層が形成されていることにより、G d決め層の上にも前記上部磁極層を確実に形成することができ、安定した記録特性を発揮することのできる磁気ヘッドを提供することができる。

#### 【0018】

また、特徴点2のように、前記下部磁極層及び前記ギャップ層のハイト方向側の端面が、前記G d 決め層の対向面側の端面に接触し、前記ギャップ層上に前記上部磁極層が形成されるので、前記上部磁極層は、前記第1メッキ下地層に近い位置からメッキ成長することになり、前記上部磁極層を前記第1メッキ下地層上に正確に届かせることができる。従って、G d 決め層の上にも前記上部磁極層を正確に形成することができ安定した記録特性を発揮することができる磁気ヘッドを提供することができる。

#### 【0019】

また、前記G d 決め層の前記対向面側の前端面と前記第1メッキ下地層の前記対向面側の前端面が連続面となっていると、前記上部磁極層を前記第1メッキ下地層上により精確に届かせることができるので好ましい。

#### 【0020】

さらに、前記G d 決め層の前記対向面側の前端面が前記隆起層の上面に対する垂直面であると、磁気ヘッドのギャップデプス長を正確に規定することができる。また、既定のトラック幅の外側に記録磁界が発生するサイドフリンジングを低減することができる。さらに、前記上部磁極層を前記第1メッキ下地層上に確実に届かせることができる

#### 【0021】

なお、前記G d 決め層の膜厚と前記第1メッキ下地層の膜厚の合計が0.5μm以下であると、上部磁極層、下部磁極層、及び下部コア層内を流れる磁束量を多くすることができるので好ましい。

#### 【0022】

前記G d 決め層は、例えば、SiO<sub>2</sub>、SiN、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、またはレジストから選ばれる材料によって形成される

#### 【0023】

また、前記隆起層の上面、前記コイル絶縁層の上面及びバックギャップ層の上面は連続した平坦化面であることが好ましい。

#### 【0024】

前記下部磁極層、ギャップ層及び上部磁極層を前記平坦化面上に形成できるこ

とで、この3層を所定形状に精度良く形成でき前記上部磁極層の記録媒体との対向面における幅寸法で決定されるトラック幅 $T_w$ を所定寸法で形成しやすくなる。よって高記録密度化に適切に対応可能な薄膜磁気ヘッドを製造することができる。

#### 【0025】

また前記下部磁極層、ギャップ層及び上部磁極層を平坦化面上で形成することで、磁路長を短くできる。よってコイルのターン数を減らしても記録特性の低下を防ぐことができるため前記ターン数を減らしてコイル抵抗値の低減を図り、熱膨張による突き出しの問題を適切に抑制できる。

#### 【0026】

前記Gd決め層のハイト側の前記コイル絶縁層上にも下から下部磁極層、及びギャップ層が形成されていることが好ましい。

#### 【0027】

これにより、前記上部磁極層を平坦化することができ、磁路長を短くできる。

#### 【0028】

また、本発明では、前記下部磁極層、ギャップ層及び上部磁極層は同じ平面形状を有することができる。このとき、前記対向面での前記上部磁極層のトラック幅方向における幅寸法でトラック幅 $T_w$ が決定される。

#### 【0029】

なお、前記Gd決め層のハイト方向側の後端面は、前記隆起層の上面、前記コイル絶縁層の上面、あるいは前記バックギャップ層の上面のいずれかに位置していればよい。

#### 【0030】

また本発明では、前記下部磁極層、ギャップ層及び上部磁極層は、それぞれメッキ形成されたものであることが好ましい。この3層をそれぞれメッキ形成することで、前記ギャップ層上に前記上部磁極層を連続して成膜することができ、前記上部磁極層と前記Gd決め層の上の前記第1メッキ下地層との接続を容易にすることができます。

#### 【0031】

また、前記下部磁極層をトリミング工程することなく形成でき、狭トラック化を実現することができる。

#### 【0032】

また、本発明では、前記上部磁極層上には上部コア層が形成され、前記上部コア層は前記上部磁極層と同じ平面形状で形成され、前記上部磁極層及び下部磁極層は前記上部コア層よりも高い飽和磁束密度を有していることが好ましい。

#### 【0033】

本発明では前記上部コア層をそのまま上部磁極層上に形成できる。前記上部磁極層表面はほぼ平坦化された面であるので、従来に比べて前記上部コア層を平坦化面上に形成でき前記上部コア層を所定形状に高精度に形成できる。

#### 【0034】

またこのとき上部磁極層及び下部磁極層を上部コア層よりも高い飽和磁束密度を有する磁性材料で形成すると、磁束効率を向上させることができ、記録特性的向上を図ることができる。

#### 【0035】

また本発明では、前記上部磁極層及び下部磁極層は前記下部コア層、隆起層及びバックギヤップ層よりも高い飽和磁束密度を有していることが好ましい。

#### 【0036】

また本発明では、前記上部磁極層の平面形状は、前記対向面でトラック幅の幅寸法を持ち、ハイト方向に向けてこの幅寸法を保ちながら、あるいはハイト方向に向けてトラック幅よりも幅寸法が広がる先端部と、前記先端部のハイト側の両側基端からハイト方向に向けてトラック幅方向への幅がさらに広がる後端部とを有して構成されることが好ましい。この平面形状を有する上部磁極層であれば磁極部となる前記先端部に磁束を集中させることができると共に、ヨーク部となる後端部では、磁束効率を上げることができる。

#### 【0037】

本発明では、前記隆起層上には、磁性材料からなる第2メッキ下地層が形成され、前記第2メッキ下地層上に前記下部磁極層がメッキ形成されることが好ましい。

**【0038】**

この発明では前記隆起層上に第2メッキ下地層が設けられるが、前記第2メッキ下地層の前端部は記録媒体との対向面に現われるので、前記第2メッキ下地層は磁性材料であることが必要である。非磁性金属材料で前記第2メッキ下地層が形成されるとこの部分が疑似ギャップとなるからである。

**【0039】**

また、前記Gd決め層の前記後端面からバックギャップ層の上面にかけて、第3メッキ下地層が設けられ、第2メッキ下地層と第3メッキ下地層とは分離形成され、前記Gd決め層は前記第2メッキ下地層と第3メッキ下地層との間に位置し、前記第3メッキ下地層上に前記下部磁極層がメッキ形成されることが好ましい。このとき、前記第3メッキ下地層を非磁性金属材料で形成することができる。

**【0040】**

また本発明では、前記コイル層は、前記下部コア層表面と平行な平面上であって、前記バックギャップ層を中心としてその周囲に巻回形成されている形状であってもよいし、または、前記コイル層は、前記上部磁極層または前記下部コア層を芯軸としてトロイダル状に巻回するコイル構造であってもよい。

**【0041】**

また本発明における薄膜磁気ヘッドの製造方法は、以下の工程を有することを特徴とするものである。

- (a) 記録媒体との対向面からハイト方向に下部コア層を延ばして形成する工程と、
- (b) 前記下部コア層上にコイル絶縁下地層を形成した後、所定領域の前記コイル絶縁下地層上にコイル層を形成する工程と、
- (c) 前記(b)工程よりも前あるいは後に、前記下部コア層上であって前記対向面からハイト方向に前記コイル層の前記対向面側の前端面に接触しない位置で隆起層を形成し、前記隆起層のハイト方向後端面からハイト方向に離して、且つ前記コイル層と接触しない位置での前記下部コア層上にバックギャップ層を形成する工程と、

- (d) 前記コイル層上をコイル絶縁層で埋める工程と、
- (e) 前記隆起層の上、前記コイル絶縁層の上及びバックギャップ層の上に非磁性材料層及び第1メッキ下地層を形成する工程と、
- (f) 前記記録媒体との対向面からハイト方向に所定距離離れた位置において、前記第1メッキ下地層を所定の形状にパターン形成する工程と、
- (g) パターン形成された前記第1メッキ下地層によってマスクされない領域の前記非磁性材料層を除去し、前記非磁性材料層の残された部分をGd決め層とする工程と、
- (h) 前記Gd決め層よりも前記対向面側の前記隆起層上に、下から下部磁極層、ギャップ層を、前記下部磁極層及び前記ギャップ層のハイト方向側の端面が、前記Gd決め層の対向面側の端面に接触する状態で形成し、さらに、前記ギャップ層上から前記Gd決め層上を経て前記バックギャップ層に接続される上部磁極層を形成する工程。

#### 【0042】

上記の磁気ヘッドの製造方法では、前記(g)工程によって、パターン形成された前記第1メッキ下地層をマスクとして、前記非磁性材料層を加工してGd決め層とするので、第1メッキ下地層をGd決め層の上面の全ての領域を覆うものとして形成できる。

#### 【0043】

従って、前記(h)工程で、前記上部磁極層を前記第1メッキ下地層上まで形成することが容易になり、安定した記録特性を発揮することのできる磁気ヘッドを提供することができる。

#### 【0044】

また、前記(h)工程で、前記下部磁極層及び前記ギャップ層のハイト方向側の端面を、前記Gd決め層の対向面側の端面に接触させて形成し、前記ギャップ層上に前記上部磁極層が形成するので、前記上部磁極層は、前記第1メッキ下地層に近い位置からメッキ成長することになり、前記上部磁極層を前記第1メッキ下地層上に正確に届かせることができる。従って、Gd決め層の上にも前記上部磁極層を正確に形成することができ安定した記録特性を発揮することのできる磁

気ヘッドを提供することができる。

#### 【0045】

なお、本発明によって、トロイダル状のコイル層を有する磁気ヘッドを形成するときには、前記（b）工程でコイル層の一部だけを形成することになる。この点については、後に詳述する。

#### 【0046】

本発明では、前記（g）工程において、前記Gd決め層の前記対向面側の前端面と前記第1メッキ下地層の前記対向面側の前端面が連続面になる。なお、ここでいう連続面とは、前記Gd決め層の前端面と前記第1メッキ下地層の前端面が同一平面または同一曲面上に形成されていることを意味する。

#### 【0047】

前記（g）工程において、前記Gd決め層の前記対向面側の前端面を、前記隆起層の上面に対する垂直面にすることが好ましい。

#### 【0048】

前記Gd決め層の前記前端面が垂直面であると、前記上部磁極層を前記第1メッキ下地層上に届かせるために、前記上部磁極層を前記Gd決め層上でオーパーハングさせる必要がなくなり、前記上部磁極層を前記第1メッキ下地層上に確実に届かせることができる

#### 【0049】

前記（e）工程において、前記非磁性材料層を、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiN}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、またはレジストから選ばれる材料によって形成し、前記（g）工程において、マスクされない領域の前記非磁性材料層を反応性イオンエッチングによって除去することにより、前記Gd決め層の前記前端面を垂直面にすることが可能になる。

#### 【0050】

なお、前記（e）工程において前記Gd決め層の膜厚と前記第1メッキ下地層の膜厚の合計を $0.5\mu\text{m}$ 以下にすると、上部磁極層、下部磁極層、及び下部コア層内を流れる磁束量を多くすることができるので好ましい。

#### 【0051】

前記（d）工程において、前記コイル層上をコイル絶縁層で埋めた後、前記隆起層の上面、前記コイル絶縁層の上面及びバックギャップ層の上面を連続した平坦化面に形成することが好ましい。

#### 【0052】

下部コア層上の隆起層とバックギャップ部との間にコイル層を埋め込み、平坦化された前記隆起層の上面、前記絶縁層の上面及びバックギャップ層の上面に、下部磁極層、ギャップ層及び上部磁極層の3層構造を形成することが容易に行える。しかもこの3層構造を平坦化面上に形成できるので、前記3層構造を所定形状に高精度に形成でき高記録密度化に適切に対応可能な薄膜磁気ヘッドを製造することができる。

#### 【0053】

本発明では、前記（h）工程で、前記下部磁極層、ギャップ層及び上部磁極層を、連続してメッキ形成することが好ましい。これにより前記下部磁極層、ギャップ層及び上部磁極層の3層を容易に且つ所定形状に形成しやすくでき、特に前記上部磁極層の記録媒体との対向面での幅寸法で決まるトラック幅を高精度に規制することが可能である。

#### 【0054】

また本発明では、前記（h）工程後に、前記上部磁極層上に上部コア層を連続してメッキ形成し、前記（h）工程で、前記上部磁極層及び下部磁極層を前記上部コア層よりも高い飽和磁束密度を有する材質で形成することが好ましい。

#### 【0055】

また本発明では、前記（h）工程で、前記上部磁極層及び下部磁極層を前記下部コア層、隆起層及びバックギャップ層よりも高い飽和磁束密度を有する材質で形成することが好ましい。

#### 【0056】

本発明では、前記平坦化面上に下部磁極層、ギャップ層及び上部磁極層、さらには上部コア層を設けることで、これらの各層の材質の選択の幅が広がり、記録媒体との対向面で磁極部として機能する下部磁極層及び上部磁極層に高い飽和磁束密度を有する材質を選択できる。しかも下部磁極層及び上部磁極層はGd決め

層よりもさらにハイト方向後方に延び、この部分ではヨーク部として機能するが、このヨーク部にも高い飽和磁束密度を有する層が存在することになるため、磁束効率に優れた薄膜磁気ヘッドを製造することが可能になっている。

#### 【0057】

また本発明では、前記（h）工程で、前記上部磁極層の平面形状を、前記対向面でトラック幅の幅寸法を持ち、ハイト方向に向けてこの幅寸法を保ちながら、あるいはハイト方向に向けてトラック幅よりも幅寸法が広がる先端部と、前記先端部のハイト側の両側基端からハイト方向に向けてトラック幅方向への幅がさらに広がる後端部とを有して形成し、下部磁極層、ギャップ層及び上部コア層の平面形状も、前記上部磁極層の平面形状と同じとすることが好ましい。

#### 【0058】

また、前記（f）工程において、前記第1メッキ下地層のハイト方向側の後端面が、前記隆起層の上面、前記コイル絶縁層の上面、あるいは前記バックギャップ層の上面のいずれかに重なるように、前記第1メッキ下地層をパターン形成することにより、前記Gd決め層をハイト方向側の後端面が、前記隆起層の上面、前記コイル絶縁層の上面、あるいは前記バックギャップ層の上面のいずれかに重なるものとして形成できる。

#### 【0059】

本発明では、前記（d）工程と（e）工程との間において、前記隆起層上に、磁性材料からなる第2メッキ下地層を形成することが好ましい。

#### 【0060】

さらに、前記（d）工程と（e）工程との間において、前記Gd決め層の前記後端面と、バックギャップ層の記録媒体との対向面側に位置する前端面との間に、第3メッキ下地層を設け、前記（f）工程において、前記隆起層と第3メッキ下地層との間の領域上に前記第1メッキ下地層をパターン形成し、前記（h）工程において、前記第3メッキ下地層上にも、前記下部磁極層、前記ギャップ層をメッキ形成することが好ましい。

#### 【0061】

前記（f）工程において、前記隆起層と第3メッキ下地層との間の領域上に前

記第1メッキ下地層をパターン形成することによって、前記(g)工程で、前記非磁性材料層を加工してGd決め層を形成するときに、前記Gd決め層が前記隆起層と第3メッキ下地層との間にまたがる形になる。前記Gd決め層が形成された段階で第3メッキ下地層が露出するので、前記(h)工程において、前記第3メッキ下地層上にも、前記下部磁極層、前記ギャップ層をメッキ形成することが可能になる。

#### 【0062】

なお、前記第3メッキ下地層は非磁性金属材料で形成することができる。

#### 【0063】

さらに本発明では、前記コイル層を、前記下部コア層表面と平行な平面上であって、前記バックギャップ層を中心としてその周囲に巻回形成してもよいし、あるいは、下部コア層、隆起層及びバックギャップ層に囲まれた空間内に、前記ハイト方向と交叉する方向に伸長する複数本の第1コイル片を構成し、前記上部磁極層上に絶縁層を介して前記ハイト方向と交叉する方向に伸長する複数本の第2コイル片を構成し、前記上部磁極層の膜厚方向で対向する第1コイル片の一端部と第2コイル片の一端部とを接続してトロイダル状のコイル構造を構成してもよい。

#### 【0064】

##### 【発明の実施の形態】

図1は、本発明における第1実施形態の磁気ヘッドの構造を示す部分縦面図である。

#### 【0065】

なお以下では図示X方向（第1の方向）をトラック幅方向と呼び、トラック幅方向と直交する方向である図示Y方向（第2の方向）をハイト方向と呼ぶ。また図示Z方向は記録媒体（磁気ディスク）の進行方向である。また薄膜磁気ヘッドの前面（図示最左面）Fを「記録媒体との対向面」と呼ぶ。

#### 【0066】

符号20はアルミニナチタンカーバイト（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC）などで形成された基板であり、前記基板20上にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層21が形成されている。

**【0067】**

前記Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層21上には、NiFe系合金やセンダストなどで形成された下部シールド層22が形成され、前記下部シールド層22の上にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などで形成された下部ギャップ層23が形成されている。

**【0068】**

前記下部ギャップ層23の上の記録媒体との対向面付近には、スピナルブ型薄膜素子などのGMR素子に代表される磁気抵抗効果素子24が形成され、前記磁気抵抗効果素子24のトラック幅方向(図示X方向)の両側にはハイト方向(図示Y方向)に長く延びる電極層25が形成されている。

**【0069】**

前記磁気抵抗効果素子24上及び電極層25上にはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などで形成された上部ギャップ層26が形成され、前記上部ギャップ層26上にはNiFe系合金などで形成された上部シールド層27が形成されている。

**【0070】**

前記下部シールド層22から前記上部シールド層27までを再生用ヘッド(MRヘッド)と呼ぶ。

**【0071】**

図1に示すように前記上部シールド層27上には、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などで形成された分離層28が形成されている。なお前記上部シールド層27及び分離層28が設けられておらず、前記上部ギャップ層26上に次の下部コア層30が設けられてもよい。かかる場合、前記下部コア層30が上部シールド層をも兼ね備える。

**【0072】**

そして前記分離層28の上に下部コア層30が形成されている。前記下部コア層30はNiFe系合金などの磁性材料で形成される。前記下部コア層30は記録媒体との対向面からハイト方向(図示Y方向)に所定の長さ寸法で形成される。

**【0073】**

前記下部コア層30上には記録媒体との対向面からハイト方向(図示Y方向)

にかけて所定の長さ寸法L2で形成された隆起層31が形成されている。さらに前記隆起層31のハイト方向後端面31aからハイト方向（図示Y方向）に所定距離離れた位置にバックギャップ層32が前記下部コア層30上に形成されている。

#### 【0074】

前記隆起層31及びバックギャップ層32は磁性材料で形成され、前記下部コア層30と同じ材質で形成されてもよいし、別の材質で形成されていてもよい。また前記隆起層31及びバックギャップ層32は単層であってもよいし多層の積層構造で形成されていてもよい。前記隆起層31及びバックギャップ層32は前記下部コア層30に磁気的に接続されている。

#### 【0075】

図1に示すように、下部コア層30、隆起層31及びバックギャップ層32に囲まれて形成された空間内にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>やSiO<sub>2</sub>などの絶縁材料で形成されたコイル絶縁下地層33が形成され、前記コイル絶縁下地層33上に、前記ハイト方向と交叉する方向に伸長する複数本の第1コイル片34が形成されている。

#### 【0076】

前記第1コイル片34は、真上から見ると図3のように例えばトラック幅方向（図示X方向）と平行な方向に並んで形成されている。前記第1コイル片34上にはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などのコイル絶縁層35で埋められている。

#### 【0077】

なお、それぞれの前記第1コイル片34は前記ハイト方向と交叉する方向に伸長していればよく、それぞれの前記第1コイル片34が互いに平行に並んでいなくてもよい。また、前記第1コイル片34が必ずしも直線状に形成されていなくともよく、湾曲または屈曲していてもよい。

#### 【0078】

図1に示すように前記隆起層31の上面、コイル絶縁層35の上面、及びバックギャップ層32の上面は図1に示す基準面Aに沿った連続した平坦化面となっている。

#### 【0079】

図1及び図4に示すように、前記平坦化面上には、前記記録媒体との対向面からハイト方向（図示Y方向）に最小距離L1離れた位置からハイト方向に向けてGd決め層36が形成されている。前記Gd決め層36は、例えば、SiO<sub>2</sub>、SiN、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、またはレジストから選ばれる材料によって形成される。

#### 【0080】

図1に示す実施形態では前記Gd決め層36の前端面36bは、隆起層31上にあり、また前記Gd決め層36の後端面36cはコイル絶縁層35上にある。

#### 【0081】

また、後に詳しく説明するが、図4に示されるように、前記隆起層31上には、磁性材料からなる第2メッキ下地層37が形成されている。また、前記Gd決め層36の前記後端面36cからバックギャップ層32の上面32aにかけて、第3メッキ下地層38が設けられている。第2メッキ下地層37と第3メッキ下地層38は分離形成されている。

#### 【0082】

前記Gd決め層36は前記第2メッキ下地層37と第3メッキ下地層38の間に位置している。

#### 【0083】

第2メッキ下地層37及び第3メッキ下地層38は、例えば、Ni<sub>40</sub>Fe<sub>6</sub>0、Fe<sub>70</sub>Co<sub>30</sub>、Fe<sub>60</sub>Co<sub>30</sub>Ni<sub>10</sub>によって形成される。なお、Ni<sub>40</sub>Fe<sub>60</sub>の飽和磁束密度は約1.9T、Fe<sub>70</sub>Co<sub>30</sub>の飽和磁束密度は約2.3T、Fe<sub>60</sub>Co<sub>30</sub>Ni<sub>10</sub>の飽和磁束密度は約2.1Tである。また、第2メッキ下地層37及び第3メッキ下地層38をスパッタ法によって形成することにより、第2メッキ下地層37及び第3メッキ下地層38に充分な耐蝕性を与えることができる。

#### 【0084】

また図1に示すように、記録媒体との対向面から前記Gd決め層36の前端面36bまでの隆起層31上に第2メッキ下地層37を介して、また前記Gd決め層36の後端面36cよりハイト方向のコイル絶縁層35上、及び前記バックギ

ヤップ層 32 上に第3メッキ下地層 38 を介して、下から下部磁極層 39 及びギャップ層 40 が形成されている。この実施形態では前記下部磁極層 39 及びギャップ層 40 はメッキ形成されている。

#### 【0085】

また図1に示すように前記ギャップ層 40 上及びGd決め層 36 上には、上部磁極層 41 がメッキ形成され、さらに前記上部磁極層 41 上には上部コア層 42 がメッキ形成されている。上部磁極層 41 は、前記Gd決め層 36 上を経て前記バックギャップ層 32 に接続されている。

#### 【0086】

図1に示すように、下部磁極層 39 、ギャップ層 40 、上部磁極層 41 及び上部コア層 42 の4層 52 上には、例えばAl2O3 やレジストなどの絶縁材料で形成された絶縁層 43 が形成されている。前記絶縁層 43 の上には、ハイト方向に交叉する方向に伸長する第2コイル片 44 が複数本形成されている。

#### 【0087】

前記第2コイル片 44 は、真上から見ると図3のように例えばトラック幅方向(図示X方向)から斜めに傾いた方向に並んで形成されている。

#### 【0088】

なお、それぞれの前記第2コイル片 44 は前記ハイト方向と交叉する方向に伸長していればよく、それぞれの前記第2コイル片 44 が互いに平行に並んでいなくともよい。また、前記第2コイル片 44 が必ずしも直線状に形成されていなくともよく、湾曲または屈曲していてもよい。

#### 【0089】

このように前記第1コイル片 34 と第2コイル片 44 とは互いに非平行の関係にあり、図2及び図3に示すように、4層 52 の膜厚方向(図示Z方向)で対向する第1コイル片 34 の一端部 34a と第2コイル片 44 の一端部 44a とが接続部 51 を介して接続されている。なお図2の図示左側に示した点線の接続部 51 は、図面上見えている第1コイル片 34 の一つ後ろ側(図示Y方向)に位置する第1コイル片 34 の一端部と、図面上見えている第2コイル片 44 の一端部 44b とを接続している。

### 【0090】

このように4層52の膜厚方向で対向する第1コイル片34の一端部と第2コイル片44の一端部とが接続部51を介して接続されてトロイダル状のコイル層54が形成されている。なお図2に示す符号55の層はA1203などで形成された保護層であり、図3に示す符号53の層は例えばレジスト層であり、また図1や図に示す符号56の層は引出し層である。前記引出し層56は第2コイル片44と同じ工程時に形成される。

### 【0091】

図1ないし図3のようないわゆるトロイダル状のコイル層54を形成できるのは、隆起層31の上面、コイル絶縁層35の上面及びバックギャップ層32の上面を平坦化面で形成でき、この平坦化面上に下部磁極層39、ギャップ層40、上部磁極層41及び上部コア層42の4層52を形成できるからである。その結果、上部コア層42の上面をほぼ平坦化された面として形成でき、その上に第2コイル片44を所定形状に簡単に且つ精度良く形成することが可能になる。

### 【0092】

図1に示す磁気ヘッドの特徴的部分について、図4を参照して説明する。図4は図1に示す磁気ヘッドのGd決め層36周辺の拡大部分断面図である。図4において図1と同じ符号が付けられている層は同じ層を示しているので説明を省略する。

### 【0093】

Gd決め層36には、上面36aの全ての領域を覆う第1メッキ下地層60が金属材料によって形成されている。

### 【0094】

第1メッキ下地層60は、例えば、Ti膜やTi/Au積層膜などの非磁性膜、または、FeCo膜、FeCo/Ti/Au積層膜などの磁性膜として形成される。ただし、第1メッキ下地層60がTi膜やTi/Au積層膜などの非磁性膜で形成されるほうが、磁性膜として形成されるよりもメッキ液中における耐蝕性が向上するので好ましい。

### 【0095】

G d 決め層 3 6 の上面の全ての領域を覆う第 1 メッキ下地層 6 0 が形成されていることにより、G d 決め層 3 6 の上にも前記上部磁極層 4 1 を確実に形成することができる。すなわち、上部磁極層 4 1 が前記ギャップ層 4 0 上から前記 G d 決め層 3 6 上を経て前記バックギャップ層 3 2 に確実に接続され、安定した記録特性を発揮することのできる磁気ヘッドを提供することができる。

#### 【0096】

G d 決め層 3 6 の上面にメッキ下地層が形成されても、そのメッキ下地層が G d 決め層 3 6 の全ての領域を覆わずに部分的にしか形成されていないと以下に説明する不都合が生じる。

#### 【0097】

例えば、図 5 に示されるように、第 2 メッキ下地層 3 7 及び第 3 メッキ下地層 3 8 並びに G d 決め層 3 6 が形成された後に、第 2 メッキ下地層 3 7 及び第 3 メッキ下地層 3 8 並びに G d 決め層 3 6 の上に、レジスト層 R 1 を塗布し、さらに露光現像して、G d 決め層 3 6 の上に開孔部 R 1 a を設ける。そして、レジスト層 R 1 の上及び開孔部 R 1 a から露出した G d 決め層 3 6 の上面に金属材料をスパッタ成膜して、G d 決め層 3 6 上にメッキ下地層 7 0 を成膜したとする。

#### 【0098】

このようにして、G d 決め層 3 6 上にメッキ下地層 7 0 を形成すると、G d 決め層 3 6 上の一部分にしか、メッキ下地層 7 0 が形成されない。従って、G d 決め層 3 6 の前面 3 6 b とメッキ下地層 7 0 の前面 7 0 a が連続面とならず、前面 3 6 b と前面 7 0 a との間に離間部 N が形成される。

#### 【0099】

磁気ヘッドを小型化が進むと、メッキ下地層 7 0 を電極に接続することが困難になる。従って、第 2 メッキ下地層 3 7 を電極に接続して、まず、第 2 メッキ下地層 3 7 上に下部磁極層 3 9 、ギャップ層 4 0 、及び上部磁極層 4 1 をメッキ成長させる。

#### 【0100】

このとき、G d 決め層 3 6 の上面が露出している離間部 N 上に、上部磁極層 4 1 をオーバーハングさせることにより、上部磁極層 4 1 がメッキ下地層 7 0 上ま

で到達すれば、メッキ下地層 70 も通電し、メッキ下地層 70 上全体に上部磁極層 41 を成長させることができる。

#### 【0101】

しかし、近年、磁気ヘッドの小型化の要求及び低インダクタンス化、渦電流発熱の抑制の要求が強くなり、上部磁極層 41 を薄く形成することが必要になってきており、上部磁極層 41 を薄く形成すると、上部磁極層 41 がメッキ下地層 70 上に届かない状態になりやすくなる。そのときには、図 6 に示されるように、上部磁極層 41 が Gd 決め層 36 の上全体に形成されなくなる。Gd 決め層 36 の上に、上部磁極層 41 が形成されず、上部磁極層 41 が Gd 決め層 36 の前後で分断されると、磁気記録ができないか、できたとしても記録特性が著しく劣る磁気ヘッドしか得られなくなる。

#### 【0102】

また、図 4 に示されるように、前記 Gd 決め層 36 よりも前記対向面側の前記隆起層 31 上に下から下部磁極層 39、ギャップ層 40 が形成されているが、前記下部磁極層 39 及び前記ギャップ層 40 の、磁極になる部分のハイト方向側の端面 39a, 40a が、前記 Gd 決め層 36 の対向面側の端面 36b に接触している。

#### 【0103】

前記下部磁極層 39 及び前記ギャップ層 40 の端面 39a, 40a を、絶縁性材料からなる前記 Gd 決め層 36 に接触させることにより、前記下部磁極層 39 及び前記ギャップ層 40 を、記録媒体との対向面と Gd 決め層 36 の前端面 36b の間の空間内に、表面が平坦な薄膜として形成することができる。

#### 【0104】

例えば、図 7 に示されるように、隆起部 31 とコイル絶縁層 35 の上に Gd 決め層 36 を形成した後、隆起部 31、コイル絶縁層 35、Gd 決め層 36 の全面を覆うメッキ下地層 71 を成膜すると、Gd 決め層 36 の前端面 36b 上にも、メッキ下地層 71 が付着する。このように、Gd 決め層 36 の前端面 36b 上に金属材料からなる層が付着すると、下部磁極層 39 及びギャップ層 40 をメッキ形成するときに、前端面 36b 上のメッキ下地層 71 からも、下部磁極層 39 及

びギャップ層40が成長する。その結果、図8に示されるように、下部磁極層39及びギャップ層40のGd決め層36付近に湾曲部39b、40bが形成され、下部磁極層39及びギャップ層40が平坦な薄膜として形成されなくなる。下部磁極層39及びギャップ層40が湾曲すると、磁気ヘッドの記録特性が劣化する。

#### 【0105】

なお、図1及び図4に示されるGd決め層36周辺の構造を形成する方法については後で詳しく説明する。

#### 【0106】

また、前記Gd決め層36の前記前端面36bと前記第1メッキ下地層60の前記対向面側の前端面60aが連続面Cになっている。なお、ここでいう連続面とは、前記Gd決め層36の前端面36bと前記第1メッキ下地層60の前端面60aが同一平面または同一曲面上に形成されていることを意味する。

#### 【0107】

さらに、前記Gd決め層36の前記対向面側の前端面36bが前記隆起層31の上面31aに対する垂直面になっている。これにより、磁気ヘッドのギャップデプス長を正確に規定することができる。ギャップデプス長とは、ギャップ層40と上部磁極層41の接合面のハイト方向長さであり、磁気ヘッドの記録特性（オーバライト特性、NLT S特性など）に大きな影響を与える要素である。

#### 【0108】

前記Gd決め層36の前記前端面36bが前記隆起層31の上面31aに対する傾斜面または曲面になっていると、下部磁極層39、ギャップ層40の膜厚が変化したときに、ギャップデプス長も変化する。一方、図1及び図4に示されるように、前記Gd決め層36の前記対向面側の前端面36bが前記隆起層31の上面31aに対する垂直面になっていると、ギャップデプス長は、前記記録媒体との対向面からのGd決め層36の形成位置を規定する最小距離L1に等しくなり、下部磁極層39、ギャップ層40の膜厚が変化しても、常に一定に保たれる。

#### 【0109】

また、前記G d 決め層 3 6 の前端面 3 6 b が垂直面であると、傾斜面または曲面であるときよりも、サイドフリンジングを低減することができる。サイドフリンジングとは、既定のトラック幅の外側に記録磁界が発生する減少である。

#### 【0110】

また、前記下部磁極層 3 9 の上に積層された前記ギャップ層 4 0 上に前記上部磁極層 4 1 が形成されるので、前記上部磁極層 4 1 は、前記第1メッキ下地層 6 0 に近い位置からメッキ成長することになり、前記上部磁極層 4 1 を薄く形成する場合でも、前記上部磁極層 4 1 を前記第1メッキ下地層 6 0 上に正確に届かせることができる。

#### 【0111】

なお、前記G d 決め層 3 6 の膜厚と前記第1メッキ下地層の膜厚の合計  $t_1$  が  $0.5 \mu m$  以下であると、上部磁極層 4 1 、下部磁極層 3 9 、及び下部コア層 3 0 内を流れる磁束量を多くすることができるので好ましい。

#### 【0112】

また、前述のごとく、前記隆起層 3 1 の上面、コイル絶縁層 3 5 の上面、及びバックギャップ層 3 2 の上面コイル絶縁層 3 5 が平坦化面をなし、この平坦化面上に下部磁極層 3 9 、ギャップ層 4 0 、上部磁極層 4 1 及び上部コア層 4 2 の4層がメッキ形成されている。

#### 【0113】

このように前記4層を平坦化された面上に形成できるので、前記4層を所定形状に高精度に形成することができる。特に前記上部磁極層 4 1 の記録媒体との対向面でのトラック幅方向（図示X方向）における幅はトラック幅  $T_w$  として規制される部分であるから、前記上部磁極層 4 1 を平坦化面上に形成できることで、前記トラック幅  $T_w$  を所定寸法に高精度に規制でき、この実施形態では前記トラック幅  $T_w$  を  $0.1 \mu m \sim 0.3 \mu m$  の範囲内で形成することができる。

#### 【0114】

また前記隆起層 3 1 上とバックギャップ層 3 2 上間を直線状の前記4層で結んで磁路長を形成するため、上部コア層 4 2 下の層が盛り上がって形成される磁気ヘッドに比べて磁路長を短くできる。

### 【0115】

このため前記磁気ヘッドを構成するコイル層54のターン数を少なくしても一定の記録特性を維持することができ、ターン数を減らせることでコイル抵抗を低減できるから磁気ヘッドの駆動時においても磁気ヘッドの発熱を抑え、この結果、ギャップ層40が記録媒体との対向面から突き出す等の問題を抑制することができる。

### 【0116】

また磁路長を短くできるので磁界反転速度を上げることができ、高周波特性に優れた磁気ヘッドを形成することができる。

### 【0117】

さらに図1に示す磁気ヘッドではコイル層54の第1コイル片34を覆うコイル絶縁層35に無機絶縁材料を用いることができる。よって磁気ヘッドの熱膨張係数を低減させることができる。

### 【0118】

次に図1に示す磁気ヘッドでは、前記隆起層31の上面からコイル絶縁層35の上面の平坦化面にかけてGd決め層36が形成され、前記Gd決め層36の少なくとも前端面36bよりも記録媒体との対向面側に位置する下部磁極層39、ギャップ層40及び上部磁極層41は磁極層として機能し、前記Gd決め層36の少なくとも後端面36cよりもハイト側に位置する下部磁極層39、ギャップ層40及び上部磁極層41はヨーク層として機能している。

### 【0119】

すなわち下部磁極層39、ギャップ層40、および上部磁極層41は、隆起層31上からバックギャップ層32上まで延びて形成されているが、Gd決め層38の前後で機能が分離されており、この機能の分離によって磁気ヘッドの記録特性の性能を向上させることができが可能になっている。

### 【0120】

また図1に示す実施形態では前記下部磁極層39、ギャップ層40、上部磁極層41及び上部コア層42の4層をすべてメッキ形成しており、これら4層を同じフレームでメッキ形成することができ、形成が非常に容易である。また4層メ

ッキ構造とすることで、特に上部磁極層41の前記対向面の幅寸法で決まるトラック幅Twを所定寸法に高精度に規制でき、従来のようにトリミング処理などを施してトラック幅Twを小さくする必要性が無い。

#### 【0121】

またこれら4層を同じフレームでメッキ形成しているから、これら4層の平面形状はすべて同じ形状になる。

#### 【0122】

図9に示すこれら4層の斜視図は一例である。図9では、下部磁極層39、ギャップ層40、上部磁極層41及び上部コア層42の平面形状は、記録媒体との対向面でトラック幅方向（図示X方向）に一定の幅寸法を有し、ハイト方向（図示Y方向）に向けてこの幅寸法を保ちながら延びる先端部Bと、この先端部Bの両側基端B1、B1からハイト方向（図示Y方向）に向けてトラック幅方向への幅が徐々に広がる後端部Cとで構成されている。上記したように上部磁極層41の記録媒体との対向面のトラック幅方向（図示X方向）の幅寸法でトラック幅Twが規制される。

#### 【0123】

なお前記先端部Bは、記録媒体との対向面からハイト方向に向けて徐々にトラック幅方向への幅寸法が広がる形状であってもよい。かかる場合、前記先端部Bの両側基端B1からはハイト方向へさらにトラック幅方向への幅寸法が広がった後端部Cが形成される。

#### 【0124】

また先端部Bの両側基端B1とGd決め層36の位置関係であるが、図9では、前記Gd決め層36の後端面36cよりもハイト側に前記先端部Bの両側基端B1があるが、前記両側基端B1が、Gd決め層36上にあってもよい。

#### 【0125】

次に図9に示すようにギャップデプス（Gd）は、前記ギャップ層40の上面40cの記録媒体との対向面から前記Gd決め層36に突き当たるまでのハイト方向（図示Y方向）への長さで決められる。このため前記ギャップ層40は図9のように前記Gd決め層36の前端面36bよりも記録媒体との対向面側と、G

d 決め層 3 6 の後端面 3 6 c よりもハイト側とに分断されて形成されていることが適切にギャップデプスを規制する上で好ましい。前記 G d 決め層 3 6 の前端面 3 6 b は記録媒体との対向面からのハイト方向（図示 Y 方向）最小距離 L 1 （図 1 を参照）が、0.3 ~ 2.0  $\mu\text{m}$  程度であることが好ましい。また前記ギャップデプス (G d) は、0.3 ~ 2.0  $\mu\text{m}$  程度であることが好ましい。

### 【0126】

次に下部磁極層 3 9 及び上部磁極層 4 1 の材質について説明する。前記下部磁極層 3 9 及び上部磁極層 4 1 は、上部コア層 4 2 や下部コア層 3 0 、隆起層 3 1 及びバックギャップ層 3 2 よりも高い飽和磁束密度 B s を有していることが好ましい。ギャップ層 4 0 に対向する下部磁極層 3 9 および上部磁極層 4 1 が高い飽和磁束密度を有していることにより、ギャップ近傍に記録磁界を集中させ、記録密度を向上させることができることが可能になる。

### 【0127】

また図 1 に示すように、前記下部磁極層 3 9 及び上部磁極層 4 1 は G d 決め層 3 8 よりもさらにハイト方向（図示 Y 方向）の後方に延びており、コイル層 5 4 上の近い位置に飽和磁束密度 B s の高い領域を設けることができる。このため磁束効率を向上させることができ、記録特性に優れた磁気ヘッドを製造することができる。

### 【0128】

前記下部磁極層 3 9 及び上部磁極層 4 1 には、NiFe 合金や CoFe 合金、CoFeNi 合金などの磁性材料を使用でき、これら磁性材料は組成比を調整することで高飽和磁束密度 B s を得ることができる。この実施形態において高飽和磁束密度 B s とは 1.8 T 以上の飽和磁束密度を意味する。

### 【0129】

また下部磁極層 3 9 及び上部磁極層 4 1 は単層構造であってもよいし多層の積層構造であってもよい。

### 【0130】

また図 1 に示すギャップ層 4 0 は、非磁性金属材料で形成されて、下部磁極層 3 9 上にメッキ形成される。前記非磁性金属材料として、NiP、NiPd、N

iW、NiMo、NiRh、Au、Pt、Rh、Pd、Ru、Crのうち1種または2種以上を選択することが好ましく、ギャップ層40は、単層構造でも多層構造で形成されていてもどちらであってもよい。

### 【0131】

また前記ギャップ層40がNiP合金で形成されると、製造上の連続メッキ容易性に加えて、耐熱性に優れ、前記下部磁極層39及び上部磁極層41との密着性も良い。また下部磁極層39及び上部磁極層41との硬さも同等とすることができるので、例えばイオンミリング等により、下部磁極層39、ギャップ層40及び上部磁極層41の記録媒体との対向面を加工する際の加工量も同等とすることでき加工性を向上させることができる。

### 【0132】

なお、ギャップ層40はNiP合金であって元素Pの濃度は8質量%以上で15質量%以下であることが好ましい。これにより例えば発熱等の外的要因に対しても安定して非磁性であることが可能である。また、NiP合金等のギャップ層40の合金組成の測定は、SEMやTEM等の組合わされたX線分析装置や波形分散形線分析装置等で特定可能である。

### 【0133】

次に上部コア層42について説明する。図1に示す上部コア層42もまた下部磁極層39、ギャップ層40及び上部磁極層41とともにメッキ形成されたものであり平面形状もこれらの層と同じである。図1に示す実施形態では、前記上部コア層42を上部磁極層41上のほぼ平坦な面上に形成できるので、従来に比べて形成が非常に容易であるとともに前記上部コア層を所定形状に精度良く形成することができる。

### 【0134】

前記上部コア層42は下部コア層30などと同等の磁性材料で形成され、単層で形成されてもよいし多層の積層構造で形成されてもよい。

### 【0135】

また前記上部コア層42は形成されなくてもよいが形成されていた方がよい。その理由は、上部磁極層41や下部磁極層39のように高飽和磁束密度を有する

層はメッキ成長が非常に遅いため厚い膜厚が付きにくい。一方、上部コア層42は前記上部磁極層41や下部磁極層39ほど高い飽和磁束密度を必要とせず低い磁束密度でもよいかからメッキ条件がシビアでなく厚い膜厚で形成しやすい。このため上部コア層42を設けることで記録特性の向上を図ることができる。

### 【0136】

なお前記上部コア層42の膜厚は概ね $1\text{ }\mu\text{m}\sim 3\text{ }\mu\text{m}$ である。ちなみに下部磁極層39の膜厚は概ね $0.1\text{ }\mu\text{m}\sim 0.5\text{ }\mu\text{m}$ であり、ギャップ層40の膜厚は概ね $0.05\text{ }\mu\text{m}\sim 0.15\text{ }\mu\text{m}$ であり、上部磁極層41の膜厚は概ね $0.1\text{ }\mu\text{m}\sim 1\text{ }\mu\text{m}$ である。

### 【0137】

次に隆起層31について以下に説明する。図1に示す実施形態では前記隆起層31は、下部コア層30とは別体で形成されたものであり、前記下部コア層30には磁気的に接続されている。なお前記隆起層31は前記下部コア層30と一緒に形成されていてもよい。前記隆起層31は前記下部コア層30と同じ材質で形成されてもよいが異なる材質であってもよい。また前記隆起層31は単層で形成されても多層の積層構造で形成されてもどちらでもよい。

### 【0138】

図9に示すように前記隆起層31の記録媒体との対向面でのトラック幅方向（図示X方向）における幅寸法T1は、前記隆起層31上に乗っかる下部磁極層39、ギャップ層40、上部磁極層41及び上部コア層42の各層の記録媒体との対向面での幅寸法よりも広く形成される。前記幅寸法T1は概ね $5\text{ }\mu\text{m}\sim 30\text{ }\mu\text{m}$ である。また前記隆起層31のハイト方向における長さ寸法L2は、概ね $1.5\text{ }\mu\text{m}\sim 3\text{ }\mu\text{m}$ である。また前記隆起層31の厚さ寸法H1は、概ね $2.5\text{ }\mu\text{m}\sim 4\text{ }\mu\text{m}$ である。

### 【0139】

次に下部磁極層39を形成する際のメッキ下地層について以下に説明する。

図4に示すように、記録媒体との対向面からハイト方向（図示Y方向）にかけて前記隆起層31上に第2メッキ下地層37が形成されている。この第2メッキ下地層37のハイト側後端面からハイト方向に所定距離離れた位置から、第3メ

ッキ下地層38がコイル絶縁層35上に形成されている。前記第3メッキ下地層38は、前記コイル絶縁層35上からハイト方向（図示Y方向）にバックギャップ層32上にまでかけて形成されている。

#### 【0140】

図4に示すように前記第3メッキ下地層38と第2メッキ下地層37との間に形成された空間部61を埋めさらにその前後の第3メッキ下地層38と第2メッキ下地層37上に乗り上げてGd決め層36が形成されている。

#### 【0141】

図4に示すように前記Gd決め層36の前端面36bと記録媒体との対向面間に露出する第2メッキ下地層37上、および前記Gd決め層36の後端面36cからハイト側に露出する第3メッキ下地層38上に下部磁極層39がメッキ形成され、さらに前記下部磁極層39上にギャップ層40がメッキ形成されている。

#### 【0142】

図4では、第3メッキ下地層38と第2メッキ下地層37との間に空間部61を設け、この空間部61内にGd決め層38を埋めている点に特徴がある。前記第3メッキ下地層38と第2メッキ下地層37とが繋がった一つのメッキ下地層として設けられると、このメッキ下地層が磁性材料で形成された場合、記録時に一部の磁束が本来のルートではない前記メッキ下地層内を通って外部に漏れるため、これが磁気的なロスとなり、記録特性の低下に繋がりやすくなるので、第3メッキ下地層38と第2メッキ下地層37との間に空間部61を設けている。

#### 【0143】

次に前記第3メッキ下地層38は、磁性材料でなくCuなどの非磁性金属材料で形成されてもよい。一方、第2メッキ下地層37は磁性材料で形成されていなければならない。それは前記第2メッキ下地層37は記録媒体との対向面に露出するからであり、前記第2メッキ下地層37が仮に非磁性金属材料で形成されていると前記第2メッキ下地層37が疑似ギャップとなり、記録特性の低下に繋がる。よって第2メッキ下地層37は磁性材料で形成されていることが必要であり、一方、記録媒体との対向面よりもハイト方向奥側に位置する第3メッキ下地層38にはそのような制限はない。

### 【0144】

なお前記第2メッキ下地層37は形成されていなくてもよい。それは前記隆起層31表面をメッキ下地層の表面として機能させることができるからである。また前記第3メッキ下地層38は、少なくともGd決め層38の後端面36cとバックギャップ層32の前端面32aとの間に位置する平坦化面上に形成されていればよく、バックギャップ層32上に形成されている第3メッキ下地層38の部分は、下部磁極層39をメッキ形成する前に除去したり、元々、第3メッキ下地層38がバックギャップ層32上に形成されないようにしておいてもよい。特に第3メッキ下地層38が非磁性金属材料で形成されているとき、前記バックギャップ層32上に形成された第3メッキ下地層38は磁気的なロスをもたらす層となるので、かかる場合、前記バックギャップ層32上に前記第3メッキ下地層38が形成されないようにすることが望ましい。

### 【0145】

また、第2メッキ下地層37と第3メッキ下地層38を同時に形成してもよい。その場合には、磁性材料を用いて前記平坦化面A上にメッキ下地層をスパッタ成膜し、その後、レジストフォトリソグラフィー及びイオンミリングなどの手法を用いて、第2メッキ下地層37と第3メッキ下地層38の形状にパターン形成する。

### 【0146】

図1に示す磁気ヘッドの製造方法を図10ないし図16に示す製造工程図を用いて以下に説明する。なお図1に示す下部コア層30から上部コア層42までの各層の形成方法について説明する。また各図の製造工程図は製造途中の磁気ヘッドの縦断面図である。

### 【0147】

図10に示す工程では、NiFe系合金等で形成された下部コア層30をメッキ形成する。下部コア層30表面を研磨加工し、平らな面とする。

### 【0148】

次に図11に示す工程では、前記下部コア層30表面に隆起層31及びバックギャップ層32を形成する。なお、上記した隆起層31、バックギャップ層32

はレジスト（図示しない）にこれら層のパターンを露光現像により形成し、そのパターン内にメッキ法等で磁性材料層を埋めることで形成することができる。その後、前記レジスト層を除去する。

#### 【0149】

前記隆起層31の上面、バックギャップ層32の上面の上面をそれぞれほぼ同じ高さとなるように形成する。

#### 【0150】

次に、図12に示す工程では、下部コア層30、隆起層31及びバックギャップ層32に囲まれて形成された空間内に、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>やSiO<sub>2</sub>などの絶縁材料で形成されたコイル絶縁下地層33をスパッタ等で形成する。次に、前記コイル絶縁下地層33上に、前記ハイト方向と交叉する方向に伸長する複数本の第1コイル片34を形成する。第1コイル片34はCuなどの非磁性導電材料でメッキ形成されたものである。また、図2及び図3に示す接続層51も形成する。

#### 【0151】

次に図13に示す工程では、前記第1コイル片34上、前記隆起層31上、バックギャップ層32上をAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などのコイル絶縁層35で覆う。前記コイル絶縁層35をスパッタ等で形成する。

#### 【0152】

そして図13に示すD-D線まで前記コイル絶縁層35をX-Y平面と平行な方向からCMP技術等を用いて削り込む。削り込みを終了した時点を示したのが図14である。

#### 【0153】

図14では隆起層31の上面、コイル絶縁層35の上面、バックギャップ層32の上面が基準面Aに沿った平坦化面として形成されている。そして図14に示すように第1コイル片34は、コイル絶縁層35内に完全に埋められた状態になっている。

#### 【0154】

次に図15工程では、まず図4に示す第3メッキ下地層38と第2メッキ下地層37をスパッタ等で前記平坦化面上に形成した後、記録媒体との対向面から

ハイト方向（図示Y方向）に所定距離だけ離れた位置で、且つ前記第3メッキ下地層38と第2メッキ下地層37間に形成された空間部61内を埋めるようにGd決め層36を形成する。

#### 【0155】

図4で説明したように前記第3メッキ下地層38を非磁性金属材料で形成することもできる。また第3メッキ下地層38をバックギャップ層32上に形成しなくてもよいし、前記第3メッキ下地層38をバックギャップ層32上にも形成した場合には、その後、前記バックギャップ層32上の第3メッキ下地層38をエッチングで除去してもよい。さらに前記第2メッキ下地層37を形成しなくてもよく、形成した場合は前記第2メッキ下地層37を磁性材料で形成する。第3メッキ下地層53を磁性材料で形成しても非磁性金属材料で形成してもどちらでもよい。

#### 【0156】

次に図16に示す工程では、例えば平面形状が図9に示す先端部Bと後端部Cとからなるパターンが設けられたレジスト層を形成し、このパターン内に下から下部磁極層39、ギャップ層40、上部磁極層41及び上部コア層42を連続してメッキ形成する。

#### 【0157】

前記下部磁極層39、ギャップ層40、上部磁極層41及び上部コア層42の平面形状は、記録媒体との対向面からハイト方向（図示Y方向）に向けて細長形状の先端部Bと、この先端部Bの両側基端B1からハイト方向にトラック幅方向（図示X方向）が広がる後端部Cとで構成されている。またこのとき前記上部磁極層41の前記対向面でのトラック幅方向（図示X方向）への幅寸法でトラック幅Twが規制される。そして前記レジスト層を除去する。

#### 【0158】

この図16工程では、下部磁極層39、ギャップ層40及び上部磁極層41を記録媒体との対向面からバックギャップ層32上にまで延ばしてメッキ形成し、さらに前記上部磁極層41上に上部コア層42を連続してメッキ形成した点に特徴がある。

### 【0159】

前記下部磁極層39、ギャップ層40及び上部磁極層41は本来的には「磁極」を構成する部分なので前記対向面からGd決め層38上まで部分的に形成されるのが一般的である。

### 【0160】

しかしこの工程では、あえて下部磁極層39、ギャップ層40及び上部磁極層41をバックギャップ層32上まで延ばして形成し、Gd決め層36より後ろの下部磁極層39、ギャップ層40及び上部磁極層41を上部コア層42と同様の「ヨーク部」として機能させているのである。

### 【0161】

そしてこのように下部磁極層39、ギャップ層40及び上部磁極層41をバックギャップ層32上まで延ばして形成したことで、前記上部磁極層41上に連続して上部コア層42をメッキ形成することが可能になったのである。

### 【0162】

上記したように前記下部磁極層39、ギャップ層40及び上部磁極層41を部分的に形成した場合、この3層の後ろには一般的にコイル層や絶縁層などが形成されるが、かかる場合、前記上部磁極層41上からその後ろの層上にかけてCMP技術等を施して前記上面を平坦化する工程が必要となり、この平坦化処理工程後に、上部コア層42を形成していた。しかし図16工程では、下部磁極層39、ギャップ層40及び上部磁極層41をバックギャップ層32上まで延ばして形成したことで、前記平坦化処理工程は必要なく、前記上部磁極層41上に直接に上部コア層42をメッキ形成することが可能である。よって前記上部コア層42の形成が少ない工程数で容易で且つ前記上部コア層42をほぼ平坦化された上部磁極層41上に形成できるので、前記上部コア層42を所定形状に高精度に形成することが可能である。

### 【0163】

また図16工程では、上部磁極層41及び下部磁極層39を上部コア層42や、下部コア層30、隆起層31及びバックギャップ層32よりも高い飽和磁束密度を有する材質で形成することが可能である。これによりギャップ近傍に記録磁

界を集中させ、記録密度を向上させることが可能になり、またコイル層35上の近い位置に飽和磁束密度の高い層を設けることで磁束効率が良くなり記録特性の向上を図ることが可能である。

#### 【0164】

また、図16工程では、ギャップ層40をメッキ形成するので、前記ギャップ層40をメッキ形成可能な非磁性金属材料で形成することが好ましい。前記ギャップ層40をNiP、NiPd、NiW、NiMo、Au、Pt、Rh、Pd、Ru、Crのうち1種または2種以上から選択された材質で形成することが好ましい。これら材料を使用することで前記ギャップ層40を所定の膜厚まで適切にメッキ形成することができ、また前記ギャップ層40を適切に非磁性にできる。

#### 【0165】

また前記ギャップ層40がNiP合金で形成されると、メッキ容易性に加えて、耐熱性に優れ、また上部磁極層41との密着性も良い。またギャップ層40はNiP合金であって元素Pの濃度は8質量%以上で15質量%以下であることが好ましい。これにより例えば発熱等の外的要因に対しても安定して非磁性であることが可能である。また、NiP合金等のギャップ層40の合金組成の測定は、SEMやTEM等の組合わされたX線分析装置や波形分散形線分析装置等で特定可能である。

#### 【0166】

次に、上部コア層42上に、例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などの絶縁材料で形成された絶縁層43を形成し、前記絶縁層43の上に、ハイト方向に交叉する方向に伸長する第2コイル片44を複数本形成する。

#### 【0167】

第2コイル片44を形成するとき、図2及び図3に示すように、4層52の膜厚方向（図示Z方向）で対向する第1コイル片34の一端部34aと第2コイル片44の一端部44aとを接続部51を介して接続する。

#### 【0168】

このように4層52の膜厚方向で対向する第1コイル片34の一端部と第2コイル片44の一端部とが接続部51を介して接続されてトロイダル状のコイル層

54が形成される。なお、第2コイル片44の形成前に、図2に示されるように、4層52の角部を覆うレジスト層53を形成しておく。また引出し層56が第2コイル片44と同じ工程時に形成される。さらに、Al2O3などで形成された保護層55を形成すると図1に示される磁気ヘッドが得られる。

#### 【0169】

Gd決め層36並びに第1メッキ下地層60、第2メッキ下地層37、第3メッキ下地層38の形成過程を図17ないし図22に示す製造工程図を用いて以下に説明する。

#### 【0170】

図17は、図14工程の後の隆起部31及びコイル絶縁層35周辺の部分拡大断面図である。

#### 【0171】

図18に示される工程では、隆起部31上に第2メッキ下地層37を、コイル絶縁層35上からバックギャップ層32上にかけて第3メッキ下地層38をスパッタなどによって成膜する。前述のように、第2メッキ下地層37と第3メッキ下地層38は、ハイト方向に所定の間隔をおいて配置される。

#### 【0172】

第2メッキ下地層37と第3メッキ下地層38は、例えば、Ni40Fe60、Fe70Co30、Fe60Co30Ni10によって形成される。なお、Ni40Fe60の飽和磁束密度は約1.9T、Fe70Co30の飽和磁束密度は約2.3T、Fe60Co30Ni10の飽和磁束密度は約2.1Tである。また、第2メッキ下地層37及び第3メッキ下地層38をスパッタ法によって形成することにより、第2メッキ下地層37及び第3メッキ下地層38に充分な耐蝕性を与えることができる。なお、前記第3メッキ下地層は非磁性金属材料で形成することができる。

#### 【0173】

次に、図19に示される工程では、前記隆起層31の上、前記コイル絶縁層35の上及びバックギャップ層32の上面に非磁性材料層73を積層し、非磁性材料層73の上に第1メッキ下地層60を形成する。非磁性材料層73は後の工程

でパターン形成されることによってGd決め層36になる。

#### 【0174】

前記非磁性材料層73はSiO<sub>2</sub>、SiN、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>などの反応性イオンエッチング可能な無機材料を用いてスパッタ法を用いて形成する。またはレジストを塗布し、そのまま熱硬化させてもよい。

#### 【0175】

第1メッキ下地層60は、例えば、Ti膜やTi/Au積層膜などの非磁性膜、または、FeCo膜、FeCo/Ti/Au積層膜などの磁性膜として形成される。ただし、第1メッキ下地層60がTi膜やTi/Au積層膜などの非磁性膜で形成されるほうが、磁性膜として形成されるよりもメッキ液中における耐蝕性が向上するので好ましい。

#### 【0176】

第1メッキ下地層60は100Å～200Å、非磁性材料層73は、0.2μm～0.45μmの厚さで形成される。第1メッキ下地層60と非磁性材料層73の膜厚の合計は、0.5μm以下であることが好ましい。

#### 【0177】

次に、図20に示す工程では、前記記録媒体との対向面からハイト方向に所定距離離れた位置にレジスト層R2をパターン形成し、前記第1メッキ下地層60レジスト層R2によって覆われない部分をイオンミリングまたは反応性イオンエッチングによって除去する。この工程によって前記第1メッキ下地層73は、前記Gd決め層36の平面形状と同じ平面形状に加工される。

#### 【0178】

なお、図20に示される工程において、前記第1メッキ下地層60のハイト方向側の後端面が第3メッキ下地層38に重なるように、また、前記第1メッキ下地層60の記録媒体との対向面側の前端面が、第2メッキ下地層37に重なるように、前記第1メッキ下地層60をパターン形成している。

#### 【0179】

次に、図21に示す工程では、レジスト層R2を除去し、パターン形成された前記第1メッキ下地層60によってマスクされない領域の前記非磁性材料層73

を除去する。残された前記非磁性材料層73がGd決め層36になる。

#### 【0180】

前記非磁性材料層73を、SiO<sub>2</sub>、SiN、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>から選ばれる材料によって形成したときには、マスクされない領域の前記非磁性材料層73を、CF<sub>4</sub>を用いる反応性イオンエッティングによって除去する。また、前記非磁性材料層73が熱硬化処理されたレジスト層であるときには、O<sub>2</sub>を用いる反応性イオンエッティングを行う。マスクされない領域の前記非磁性材料層73を反応性イオンエッティングによって除去することにより、前記Gd決め層36の前記前端面を垂直面にすることが可能になる。

#### 【0181】

なお、図21に示される工程によって前記Gd決め層36が形成されると、Gd決め層36が前記第2メッキ下地層37と第3メッキ下地層をまたぐ形になる。

#### 【0182】

Gd決め層36の形成後、露出した前記第2メッキ下地層37と第3メッキ下地層の表面を、膜面に対する法線方向から30°～60°の入射角度のイオンミリングによって数10Å削るプレクリーン処理を行う。

#### 【0183】

プレクリーン処理の後、図22に示されるように、下部磁極層39、ギャップ層40、上部磁極層41、上部コア層42を連続メッキ成膜する。

#### 【0184】

このとき、前記下部磁極層39及び前記ギャップ層40の磁極となる部分のハイト方向側の端面が、前記Gd決め層36の対向面側の前端面36bに接触する状態になるようにし、さらに、前記Gd決め層36の後端面36cよりハイト方向側の第3メッキ下地層38上にも、ヨークとなる部分の前記下部磁極層39及び前記ギャップ層40を形成し、上部磁極層41を、前記隆起層31上の前記ギャップ層40上から、前記Gd決め層36上を経て、前記バックギャップ層32上の前記ギャップ層40に接続されるように形成する。

#### 【0185】

上記の磁気ヘッドの製造方法では、パターン形成された前記第1メッキ下地層60をマスクとして、前記非磁性材料層73を加工してGd決め層36とするので、第1メッキ下地層60をGd決め層36の上面の全ての領域を覆うものとして形成できる。

#### 【0186】

従って、前記上部磁極層41を前記第1メッキ下地層60上まで確実に形成することができ、安定した記録特性を発揮することのできる磁気ヘッドを提供することができる。

#### 【0187】

また、前記下部磁極層39及び前記ギャップ層40の、磁極となる部分のハイト方向側の端面を、前記Gd決め層36の対向面側の前端面36bに接触させて形成し、前記ギャップ層40上に前記上部磁極層41を形成するので、前記上部磁極層41は、前記第1メッキ下地層60に近い位置からメッキ成長することになり、前記上部磁極層41を前記第1メッキ下地層60上に確実に届かせることができ。従って、Gd決め層36の上に前記上部磁極層41を容易に形成することができ安定した記録特性を発揮することのできる磁気ヘッドを提供することができる。

#### 【0188】

なお、前記第1メッキ下地層60をマスクとして、前記Gd決め層36を形成するので、前記Gd決め層36の前記対向面側の前端面36bと前記第1メッキ下地層60の前記対向面側の前端面60aは連続面になる。なお、ここでいう連続面とは、前記Gd決め層の前端面と前記第1メッキ下地層の前端面が同一平面または同一曲面上に形成されていることを意味する。

#### 【0189】

また、前記Gd決め層36の前記前端面36bが垂直面であるので、前記上部磁極層41を前記第1メッキ下地層60上に届かせるために、前記上部磁極層41を前記Gd決め層36上でオーパハンゲさせる必要がなくなり、前記上部磁極層41を前記第1メッキ下地層60上に確実に届かせることができる

#### 【0190】

図23は、Gd決め層36の上面36aの全ての領域を覆う第1メッキ下地層60の他の形成方法を説明するための、磁気ヘッドの部分断面図である。

#### 【0191】

この形成方法では、図18に示される工程の後、前記非磁性材料層73の形成するところまでは先に説明した方法と同じである。前記非磁性材料層73の上全面に第1メッキ下地層60を成膜するかわりに、図23に示されるように、前記非磁性材料層73の上に、レジスト層R3を塗布形成する。そして、第1メッキ下地層60が形成される部分に開孔部R3を形成し、第1メッキ下地層60をスパッタ法などで成膜する。このとき、レジスト層R3の上面にも、第1メッキ下地層60と同じ材料からなる層60aが形成される。

#### 【0192】

前記開孔部R3a形状は、後に形成される前記Gd決め層36の平面形状と相似形状であり、第1メッキ下地層60の平面形状は、前記Gd決め層36の平面形状と同じである。

#### 【0193】

なお、前記第1メッキ下地層60のハイト方向側の後端面は、第3メッキ下地層38に重なるように、また、前記第1メッキ下地層60の記録媒体との対向面側の前端面は、第2メッキ下地層37に重なるように、前記第1メッキ下地層60をパターン形成している。

#### 【0194】

次に、図24に示す工程では、レジスト層R3を除去し、パターン形成された前記第1メッキ下地層60によってマスクされない領域の前記非磁性材料層73を除去する。残された前記非磁性材料層73がGd決め層36になる。

#### 【0195】

前記非磁性材料層73を、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiN}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ から選ばれる材料によって形成したときには、マスクされない領域の前記非磁性材料層73を、 $\text{CF}_4$ を用いる反応性イオンエッチングによって除去する。また、前記非磁性材料層73が熱硬化処理されたレジスト層であるときには、 $\text{O}_2$ を用いる反応性イオンエッチングを行う。マスクされない領域の前記非磁性材料層73を

反応性イオンエッチングによって除去することにより、前記G d 決め層3 6 の前記前端面を垂直面にすることが可能になる。

#### 【0196】

なお、図24に示される工程によって前記G d 決め層3 6 が形成されると、G d 決め層3 6 が前記第2メッキ下地層3 7 と第3メッキ下地層3 8 をまたぐ形になる。

#### 【0197】

図25は本発明における第2実施形態の磁気ヘッドの構造を示す部分縦断面図である。

#### 【0198】

図25に示す磁気ヘッドも図1に示す磁気ヘッドとほぼ同様の構造で構成されている。したがって、図25に示す磁気ヘッドの構造部分のうち、図1ないし図4に示す磁気ヘッドと同様の構造部分には同様の符号を付して、その詳しい説明を省略する。

#### 【0199】

図25に示された磁気ヘッドは、G d 決め層3 6 の後端面3 6 c がバックギャップ層3 2 上に位置している点で図1に示される磁気ヘッドと異っている。

#### 【0200】

あるいは、前記G d 決め層の後端面3 6 c は前記バックギャップ層3 2 の上面と、前記バックギャップ層3 2 の記録媒体と対向する側の面である前端面3 2 a との境界部3 2 b 上に位置するように構成しても良い。

#### 【0201】

図25に示す磁気ヘッドでは、前記G d 決め層3 6 が、前記第1コイル片3 4 を完全に覆っており、前記第1コイル片3 4 と上部磁極層4 1 間の絶縁性を高めることができる。

#### 【0202】

また、前記第1コイル片3 4 上面を前記基準面Aまで延ばして前記G d 決め層3 6 の下面に接触するように形成しても、前記第1コイル片3 4 を絶縁することができる。したがって、前記第1コイル片3 4 の断面積を大きくすることができ

、抵抗を小さくすることが可能となる。

#### 【0203】

また、図25に示される磁気ヘッドでは、図26に示されるように、前記Gd決め層36のトラック幅方向の幅寸法W3が、前記上部コア層42のトラック幅方向における最大幅寸法W2よりも若干大きく形成されていることが好ましい。その理由は以下に述べるとおりである。

#### 【0204】

すなわち、前記Gd決め層36が形成されているため、前記上部磁極層41には、Gd決め層36の前記厚さ寸法T2に起因する段差部が生じる。この上部磁極層41の上には図示されないメッキ下地層を介して上部コア層42がメッキ形成され、前記上部コア層42にも前記段差部が形成される。ここで、前記Gd決め層36の前記幅寸法W1が、前記上部コア層42の前記最大幅寸法W2よりも小さく形成されていると、上部磁極層41には前記Gd決め層36の両側端縁によって生じるハイト方向に延びる2つの段差部と、前記Gd決め層36の後端面36cによって生じるトラック幅方向に延びる1つの段差部が生じる。段差部が形成されると、上部磁極層41の上に形成される上部コア層42メッキするためのメッキ下地層がこの段差部で欠損し易くなり、上部コア層42がメッキ形成され難くなる。

#### 【0205】

ここで、前記Gd決め層36の前記幅寸法W1を、前記上部コア層42の前記最大幅寸法W2よりも大きく構成すると、前記Gd決め層36の両側端縁136d, 136eが上部磁極層41の両側端縁より外側に位置し、上部磁極層41にはトラック幅方向の段差が形成されなくなる。従って、上部磁極層41の上に形成される上部コア層42を安定した形状で形成することができ、品質を向上させることができる。

#### 【0206】

なお、前記Gd決め層の後端面36cが前記コイル絶縁層35上に位置するように形成されていてもよい。

#### 【0207】

図27は本発明における第3実施形態の磁気ヘッドの構造を示す部分縦断面図である。図27に示す磁気ヘッドは図1に示す磁気ヘッドとほぼ同様の構造で構成されている。したがって、図27に示す磁気ヘッドの構造部分のうち、図1磁気ヘッドと同様の構造部分には同様の符号を付して、その詳しい説明を省略する。

#### 【0208】

図27に示される磁気ヘッドは、図1に示される磁気ヘッドとコイル層の構造が異なっている。

#### 【0209】

前記下部コア層30の後端面30aから一定の間隔をおいてハイト側に前記下部コア層30表面と同じ高さの表面を有する持上げ層80が形成され、前記下部コア層30と前記持ち上げ層80間はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などの非磁性層81によって埋められている。前記下部コア層30、持上げ層80及び非磁性層81の各層の表面は連続した平坦化面である。

#### 【0210】

前記下部コア層30及び持上げ層80上にはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>やSiO<sub>2</sub>などの絶縁材料で形成されたコイル絶縁下地層33が形成され、前記コイル絶縁下地層33上には、前記バックギャップ層32を中心にしてその周囲に巻回形成されたコイル層82が形成されている。

#### 【0211】

前記バックギャップ層32よりも記録媒体との対向面側に形成されるコイル層82の各導体部は、前記下部コア層30、隆起層31及びバックギャップ層32で囲まれた空間内に形成されている。

#### 【0212】

前記コイル層82上はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などのコイル絶縁層35で埋められている。図1に示すように前記コイル層82の巻き中心部82a上や巻き終端部82b上にはそれぞれ底上げ層83が形成されている。前記底上げ層83は例えば前記隆起層31やバックギャップ層32と同じ材質の磁性材料で形成される。前記底上げ層83は、引出し層84に接続されている。

#### 【0213】

図26及び図27に示される磁気ヘッドでも、Gd決め層36の上面全体が第1メッキ下地層60によって覆われており、Gd決め層36の前端面は、隆起層31の上面に対する垂直面となっている。

#### 【0214】

以上、詳述した本発明における磁気ヘッドは、例えばハードディスク装置などに搭載される磁気ヘッド装置に内蔵される。前記磁気ヘッドは浮上式磁気ヘッドあるいは接触式磁気ヘッドのどちらに内蔵されたものでもよい。また前記磁気ヘッドはハードディスク装置以外にも磁気センサ等に使用できる。

#### 【0215】

##### 【発明の効果】

以上、詳細に説明した本発明によれば、Gd決め層の上面の全ての領域を覆う第1メッキ下地層が形成されていることにより、Gd決め層の上にも前記上部磁極層を確実に形成することができ、安定した記録特性を発揮することのできる磁気ヘッドを提供することができる。

#### 【0216】

また前記下部磁極層及び前記ギャップ層のハイト方向側の端面が、前記Gd決め層の対向面側の端面に接触し、前記ギャップ層上に前記上部磁極層が形成されるので、前記上部磁極層は、前記第1メッキ下地層に近い位置からメッキ成長することになり、前記上部磁極層を前記第1メッキ下地層上に精確に届かせることができる。従って、Gd決め層の上にも前記上部磁極層を精確に形成することができ、安定した記録特性を発揮することのできる磁気ヘッドを提供することができる。

#### 【0217】

さらに、前記Gd決め層の前記対向面側の前端面が前記隆起層の上面に対する垂直面であると、磁気ヘッドのギャップデプス長を正確に規定することができる。また、既定のトラック幅の外側に記録磁界が発生するサイドフリンジングを低減することができる。さらに、前記上部磁極層を前記第1メッキ下地層上に確実に届かせることができる

#### 【0218】

また、前記G d 決め層の膜厚と前記第1メッキ下地層の膜厚の合計が0.5  $\mu$  m以下であると、上部磁極層、下部磁極層、及び下部コア層内を流れる磁束量を多くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明における第1の実施の形態の磁気ヘッドの構造を示す縦断面図、

【図 2】

図1に示す磁気ヘッドの部分正面図、

【図 3】

図2に示す磁気ヘッドのコイル層のコイル形状を示す部分平面図、

【図 4】

図1に示す磁気ヘッドの部分拡大縦断面図、

【図 5】

従来の磁気ヘッドの製造過程を示す部分拡大縦断面図、

【図 6】

従来の磁気ヘッドの構造を示す部分拡大縦断面図、

【図 7】

従来の磁気ヘッドの製造過程を示す部分拡大縦断面図、

【図 8】

従来の磁気ヘッドの構造を示す部分拡大縦断面図、

【図 9】

図1に示す磁気ヘッドの部分斜視図、

【図 10】

本発明の図1の磁気ヘッドの製造方法を示す一工程図、

【図 11】

図10に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 12】

図11に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 13】

図12に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図14】

図13に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図15】

図14に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図16】

図15に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図17】

本発明の図1の磁気ヘッドのGd決め層周辺の製造工程を示す一工程図、

【図18】

図17に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図19】

図18に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図20】

図19に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図21】

図20に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図22】

図21に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図23】

本発明の図1の磁気ヘッドのGd決め層周辺の他の製造方法を示す一工程図、

【図24】

図23に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図25】

本発明における第2の実施の形態の磁気ヘッドの構造を示す縦断面図、

【図26】

図25に示す磁気ヘッドの部分平面図、

【図27】

本発明における第3の実施の形態の磁気ヘッドの構造を示す縦断面図、

## 【図28】

従来における磁気ヘッドの構造を示す部分縦断面図、

## 【図29】

従来における磁気ヘッドの部分拡大縦断面図、

## 【符号の説明】

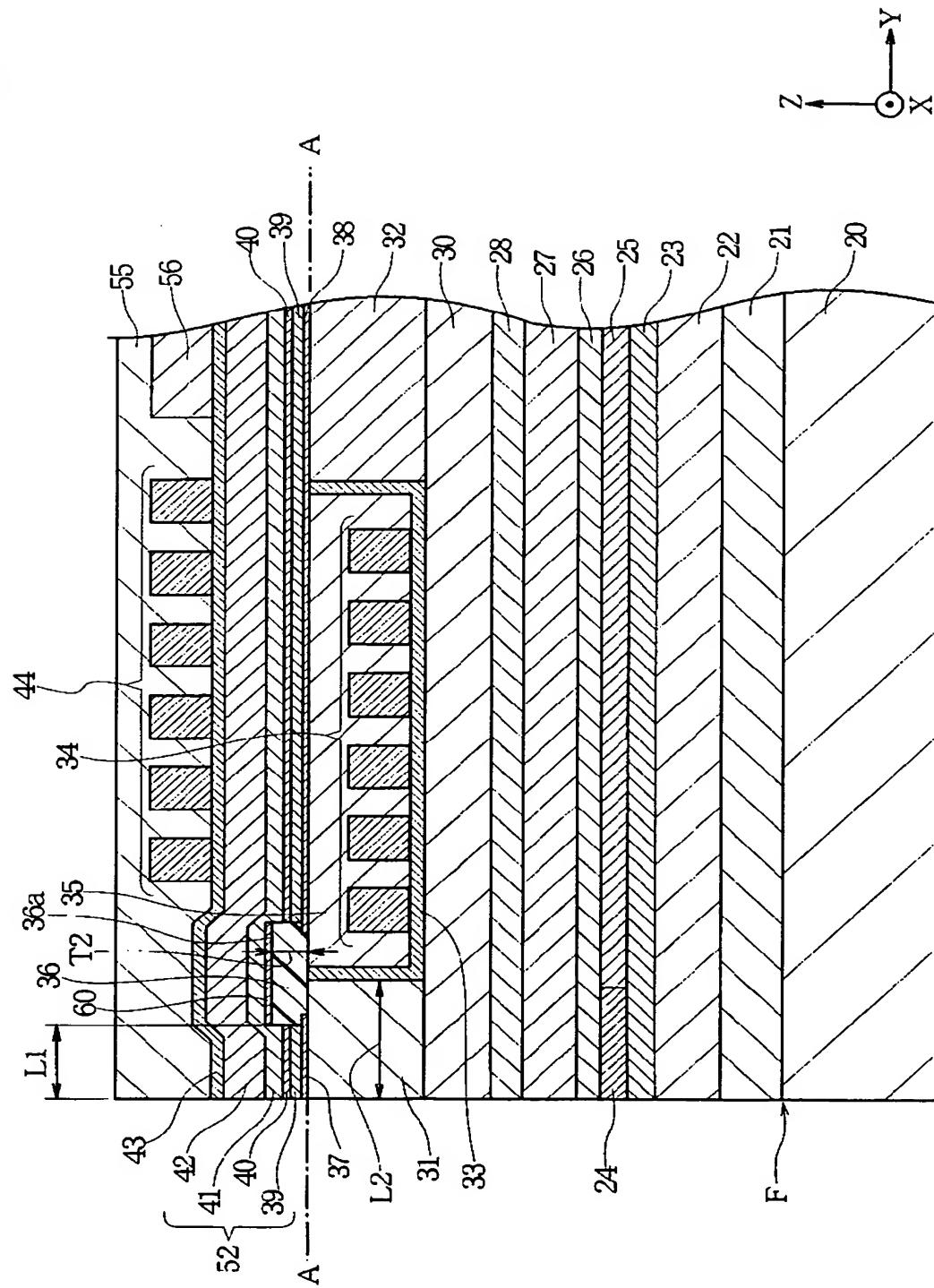
- 3 0 下部コア層
- 3 1 隆起層
- 3 4 第1コイル片
- 3 6 Gd決め層
- 3 7 第2メッキ下地層
- 3 8 第3メッキ下地層
- 3 9 下部磁極層
- 4 0 ギャップ層
- 4 1 上部磁極層
- 4 2 上部コア層
- 4 4 第2コイル片
- 6 0 第1メッキ下地層

【書類名】

図面

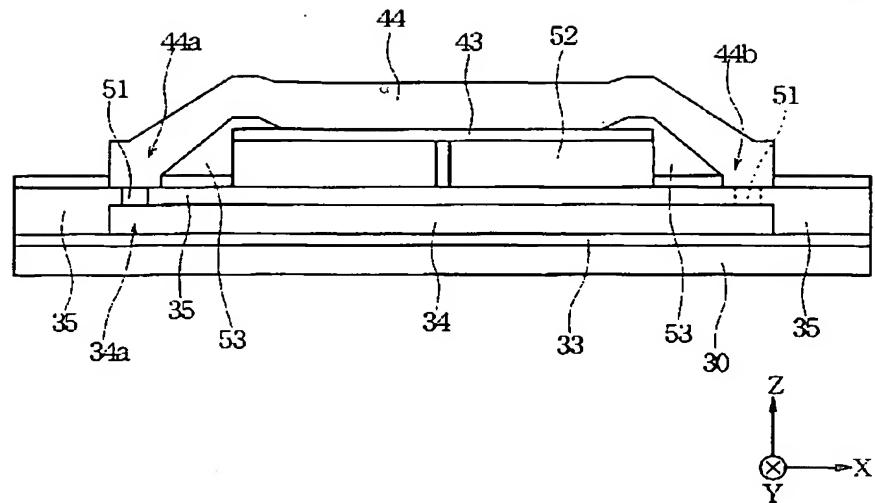
【図 1】

図 1



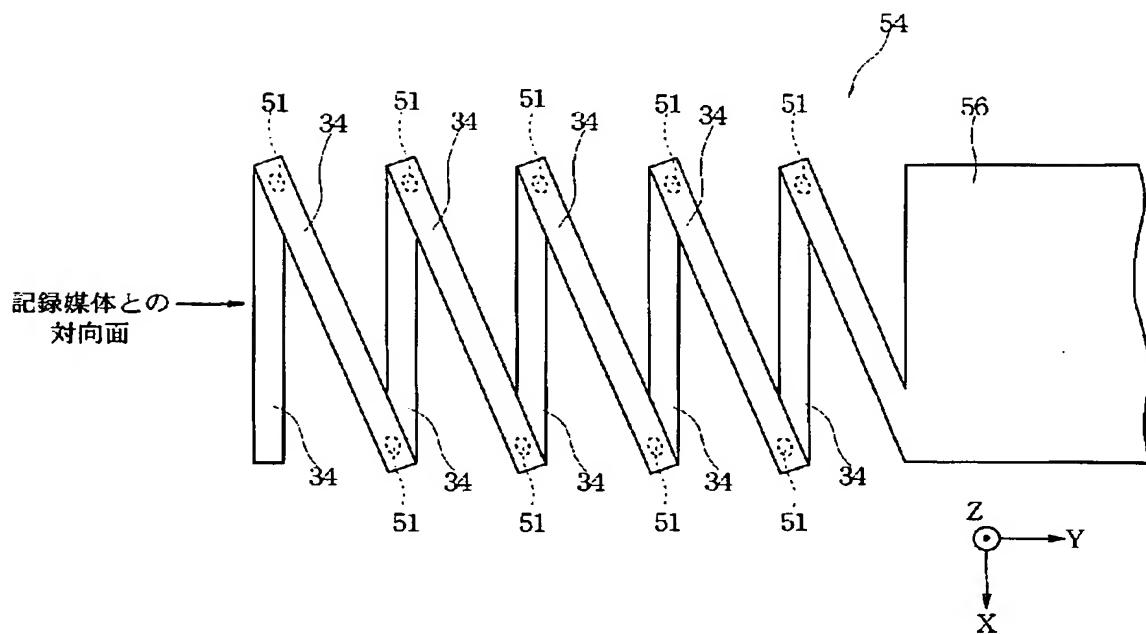
【図2】

図2



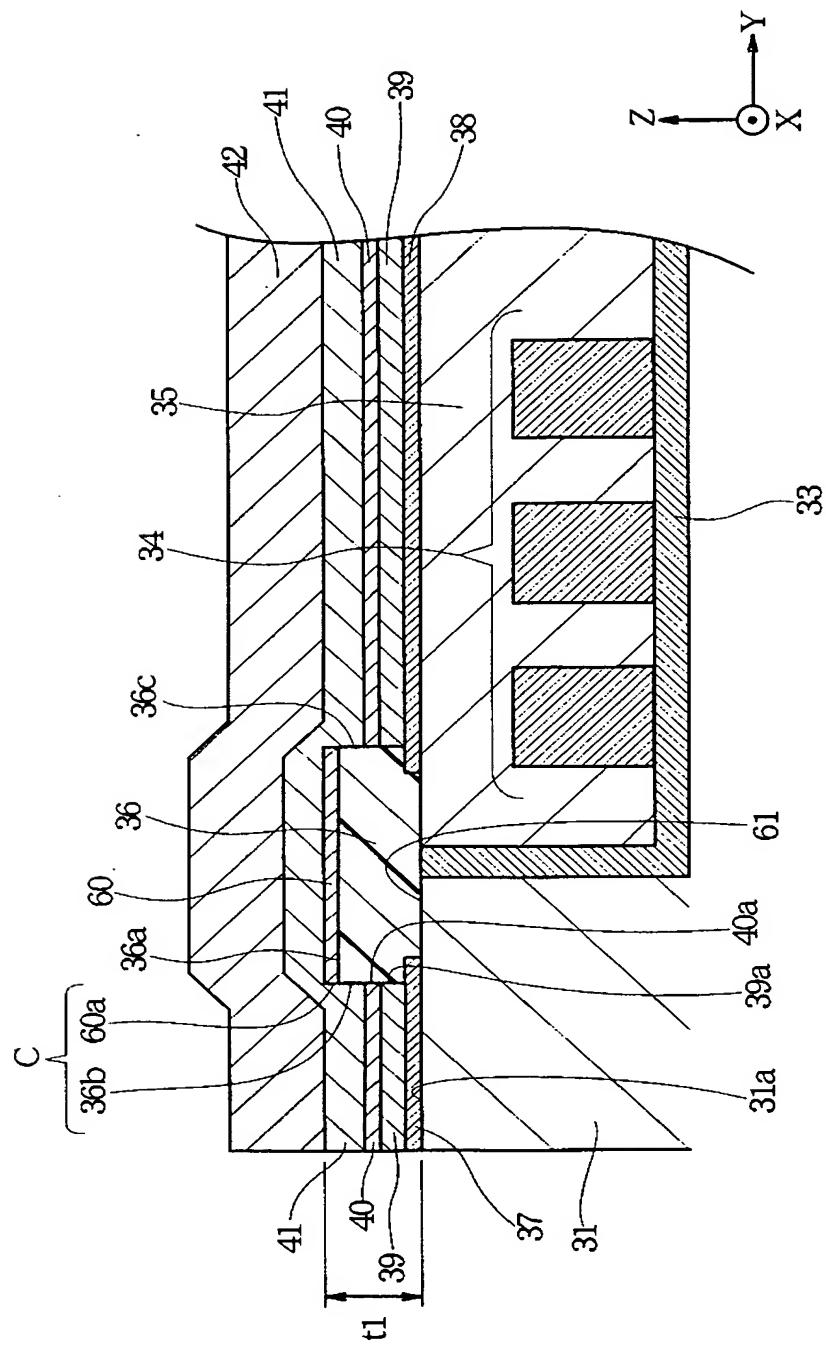
【図3】

図3



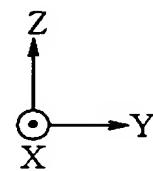
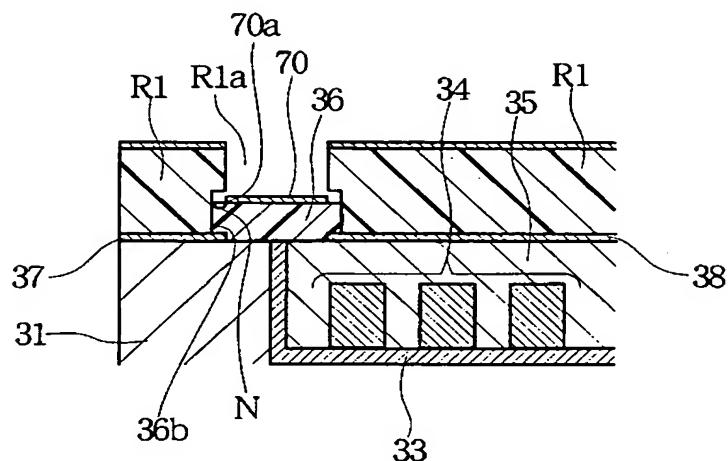
【図4】

図4



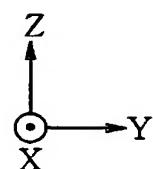
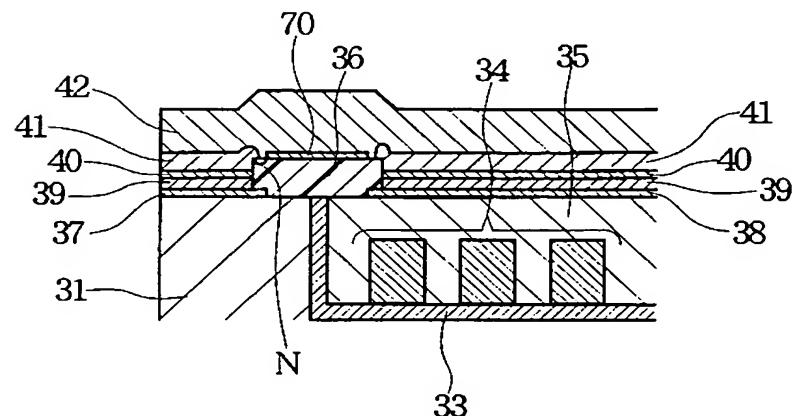
【図5】

図5



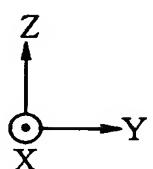
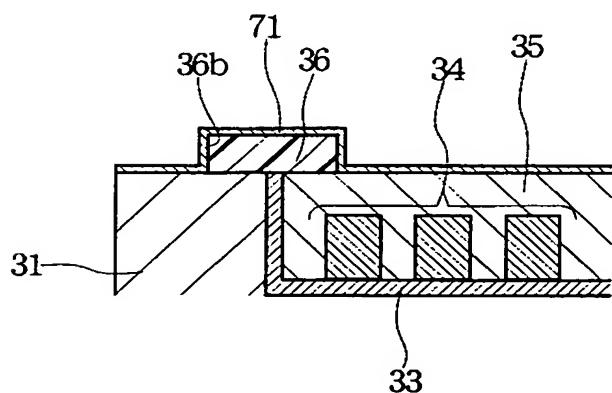
【図6】

図6



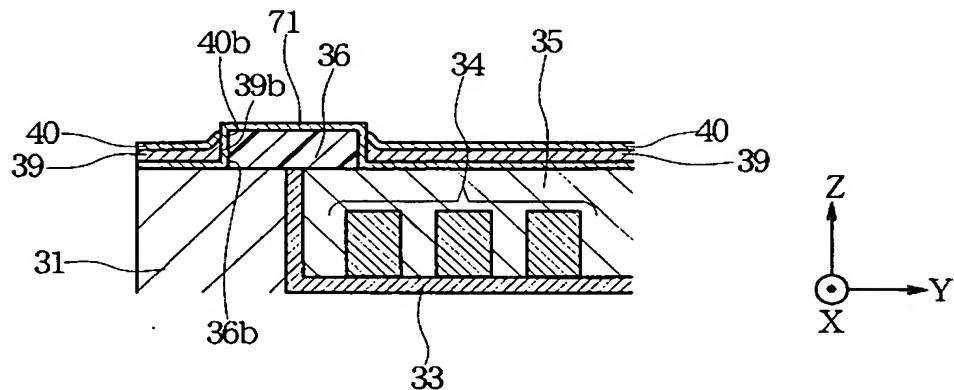
【図7】

図7



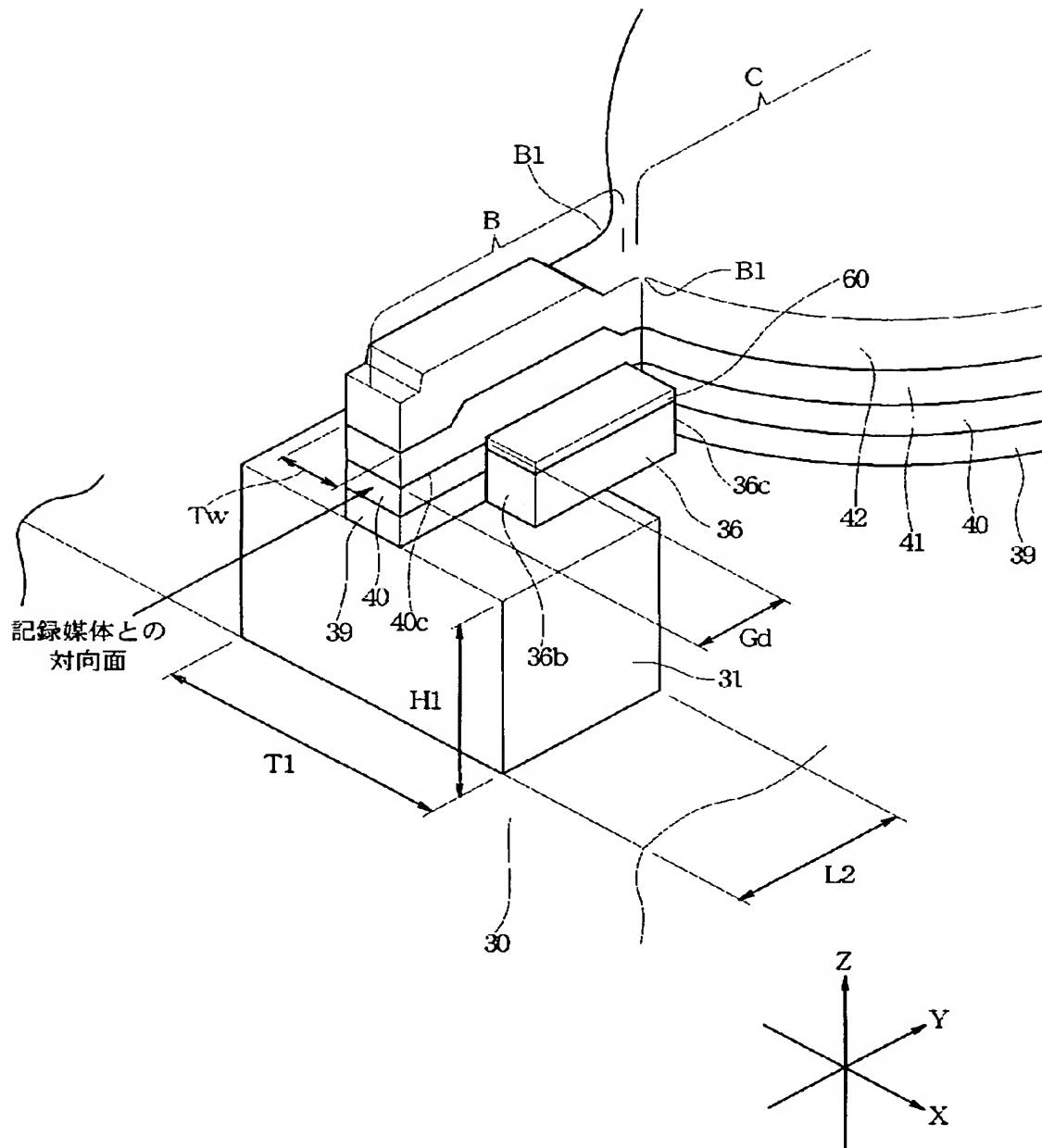
【図 8】

図 8

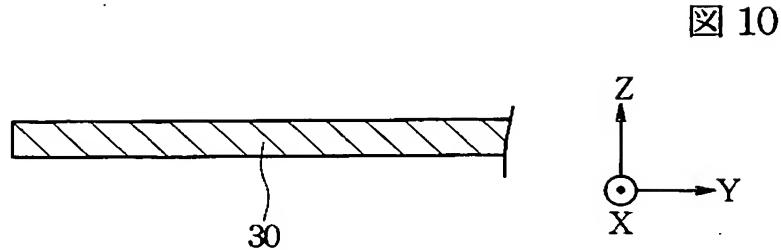


【図9】

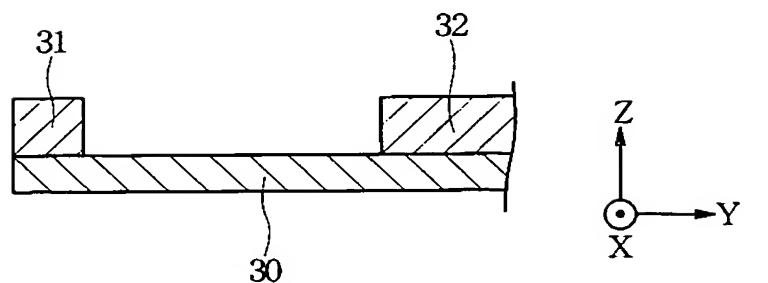
図9



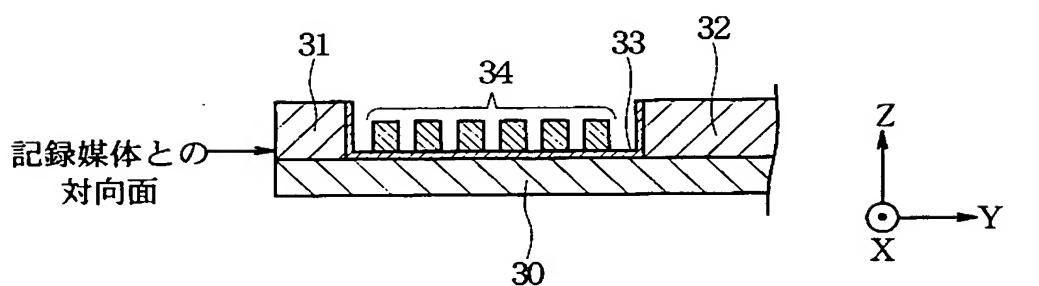
【図10】



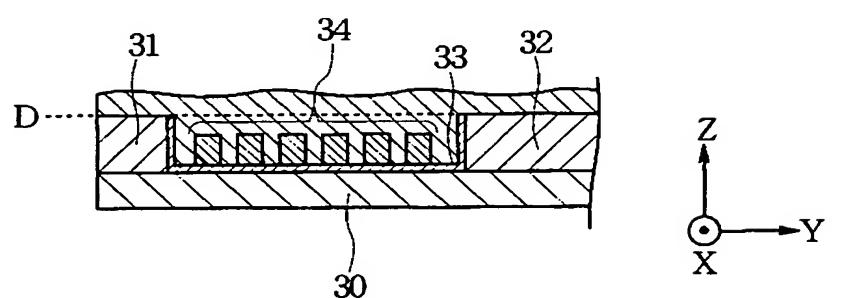
【図11】



【図12】



【図13】



【図14】

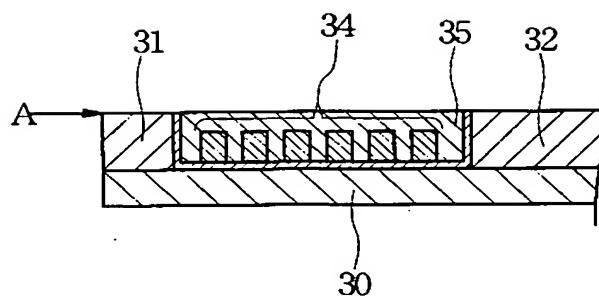
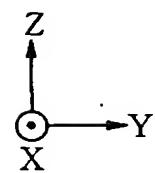


図14



【図15】

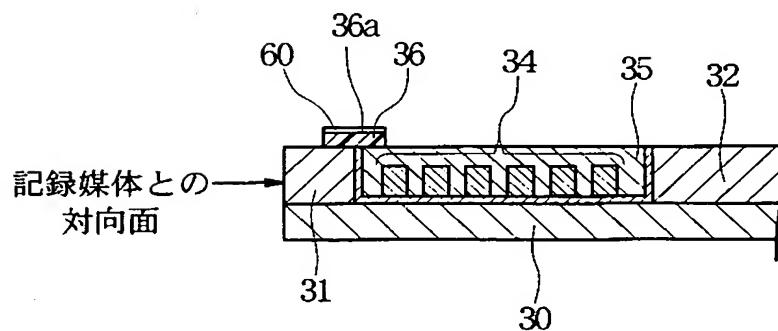
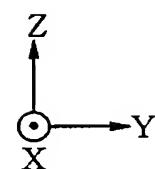


図15



【図16】

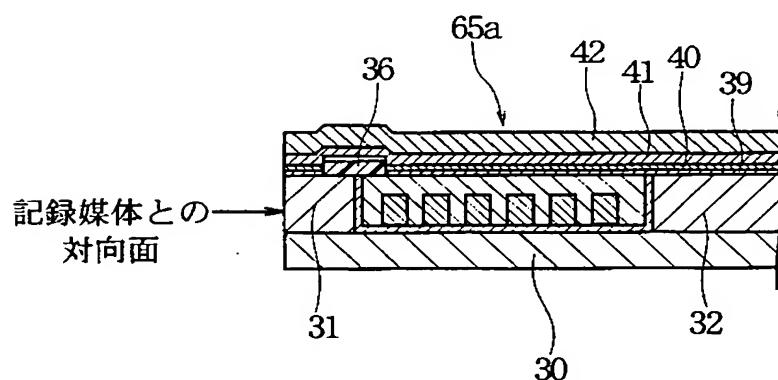
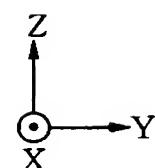


図16



【図17】

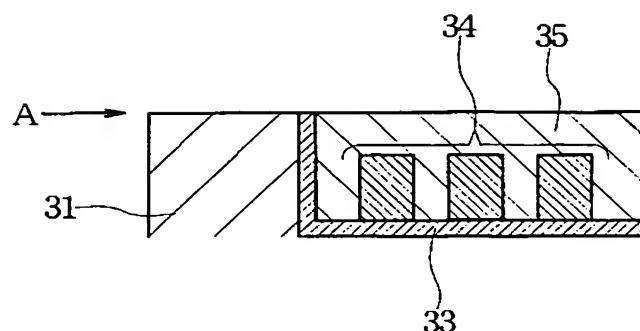


図17

【図18】

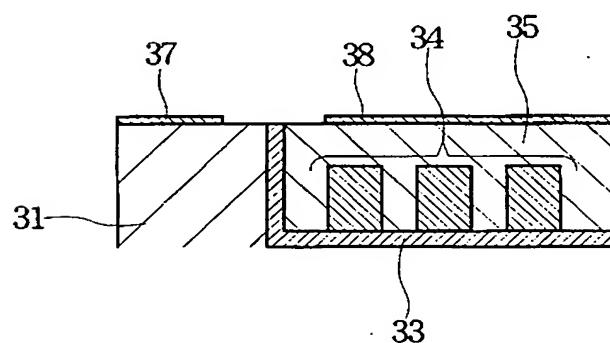


図18

【図19】

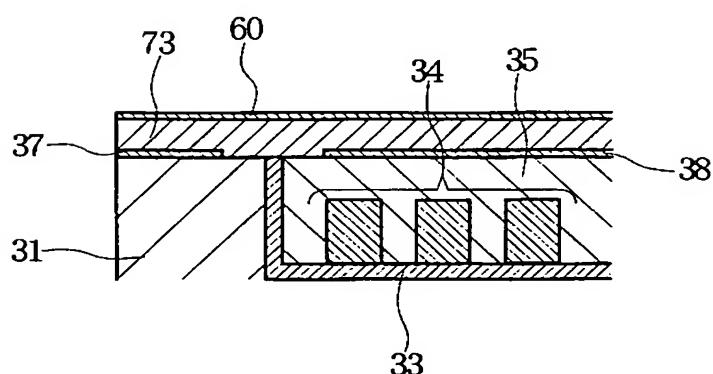
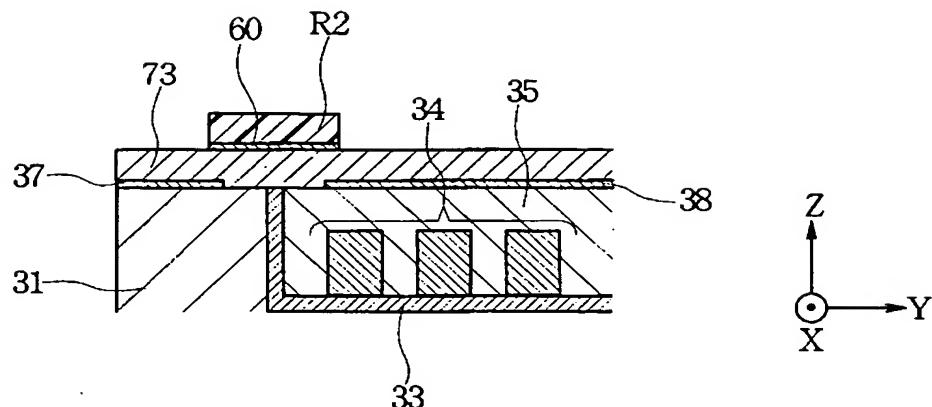


図19

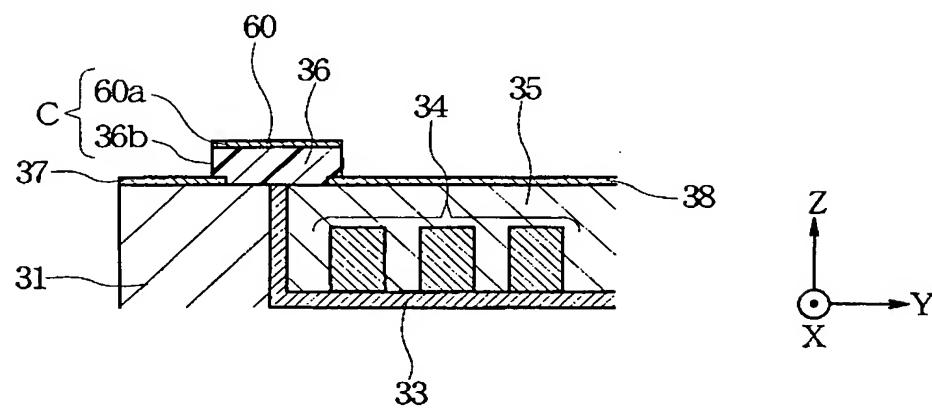
【図 20】

図 20



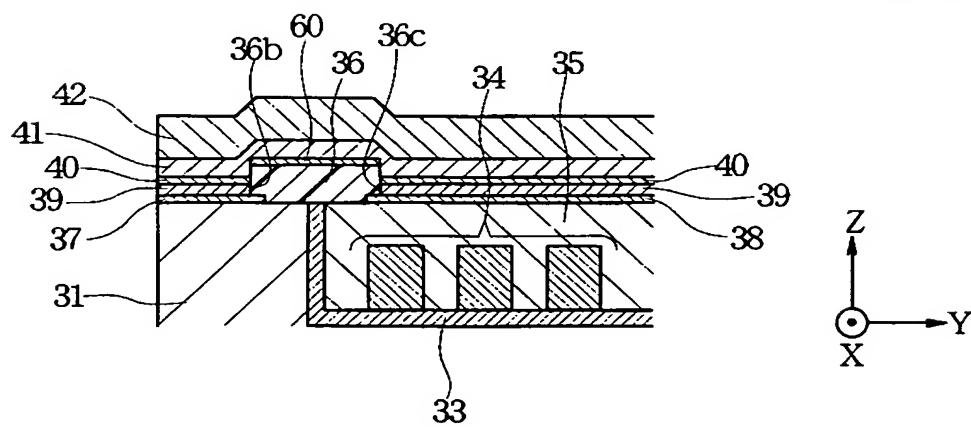
【図 21】

図 21



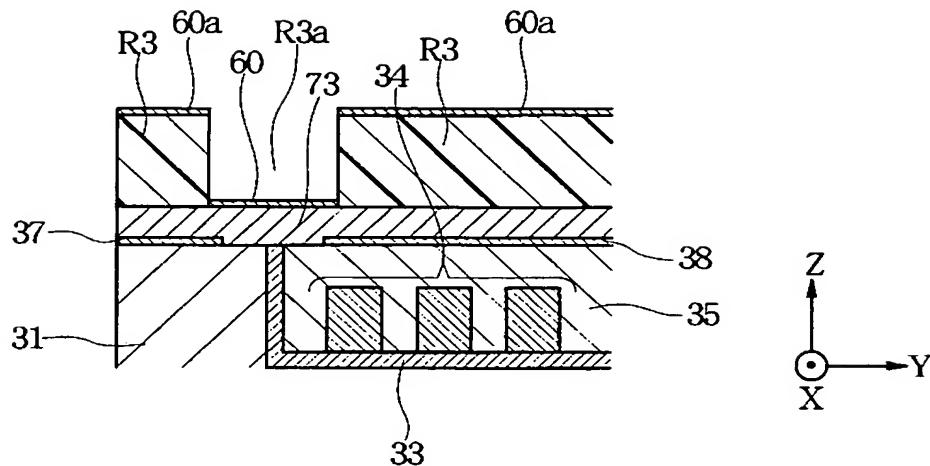
【図 22】

図 22



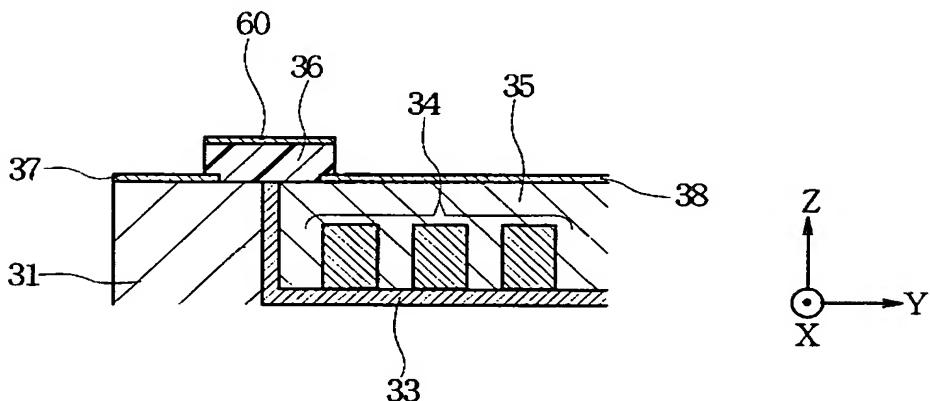
【図23】

四 23



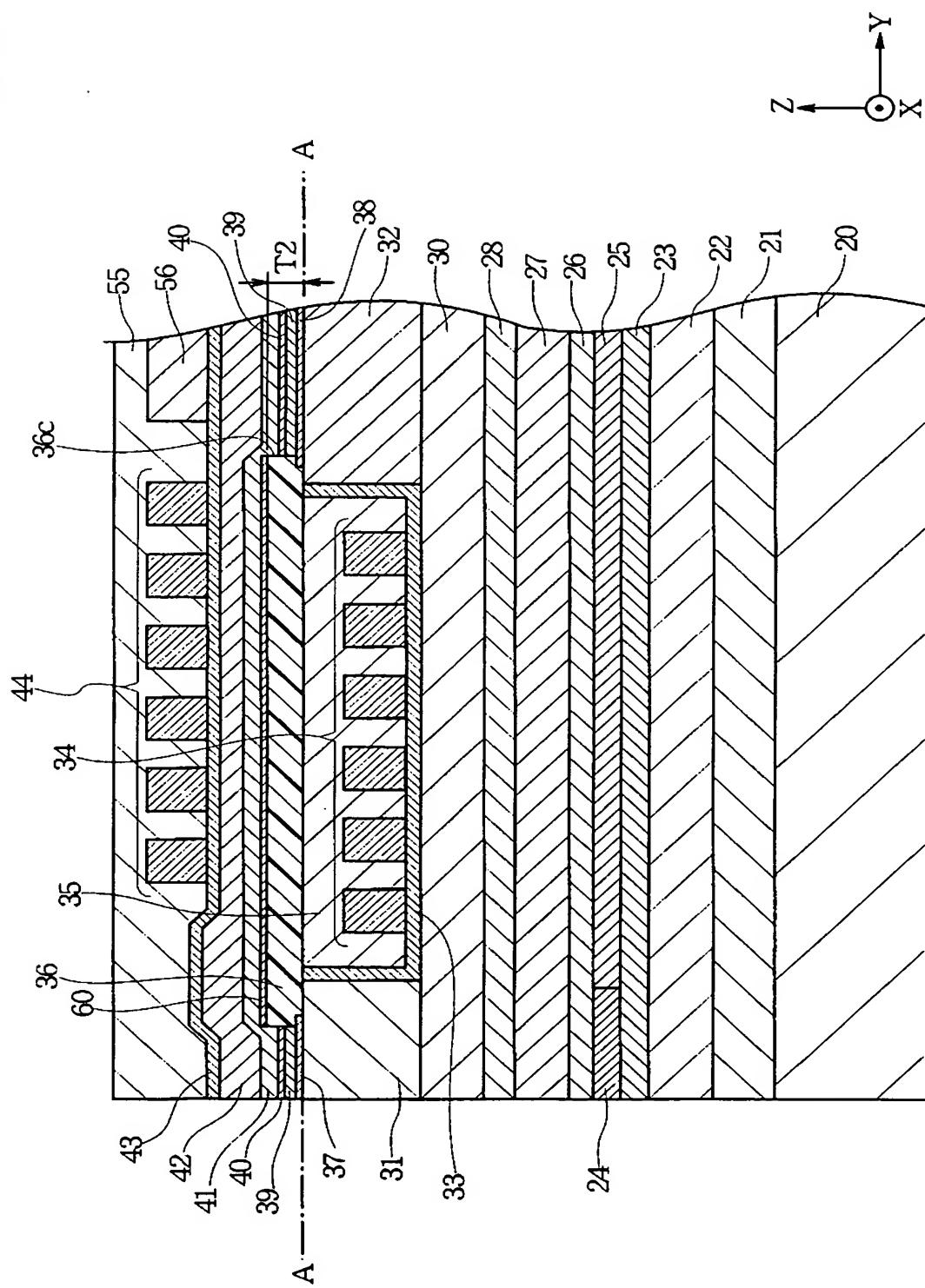
【図24】

图 24



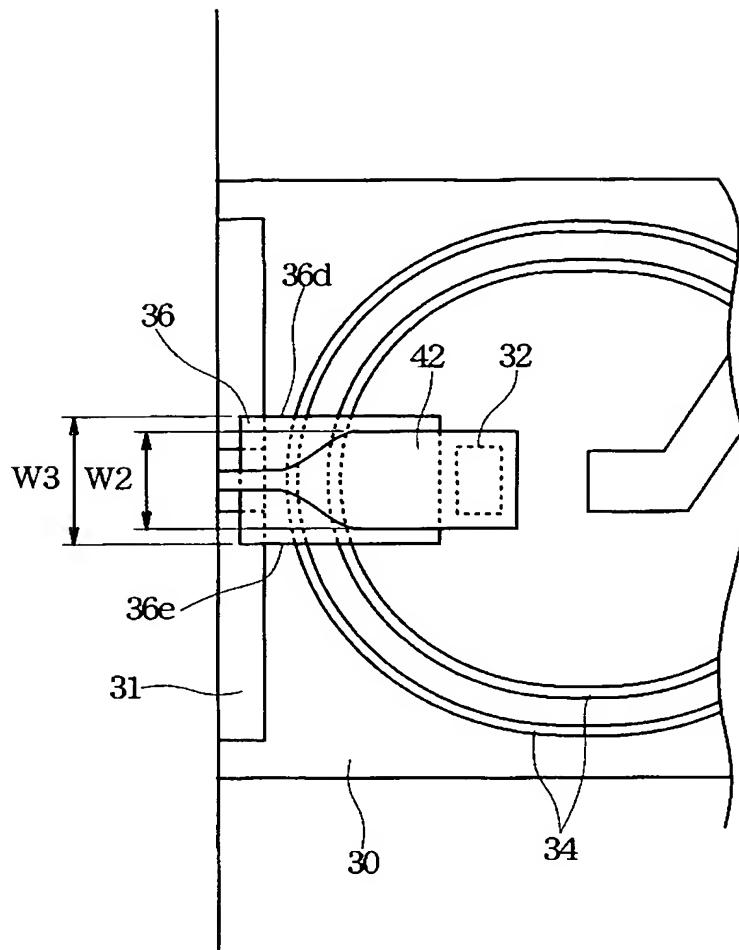
【図25】

図25



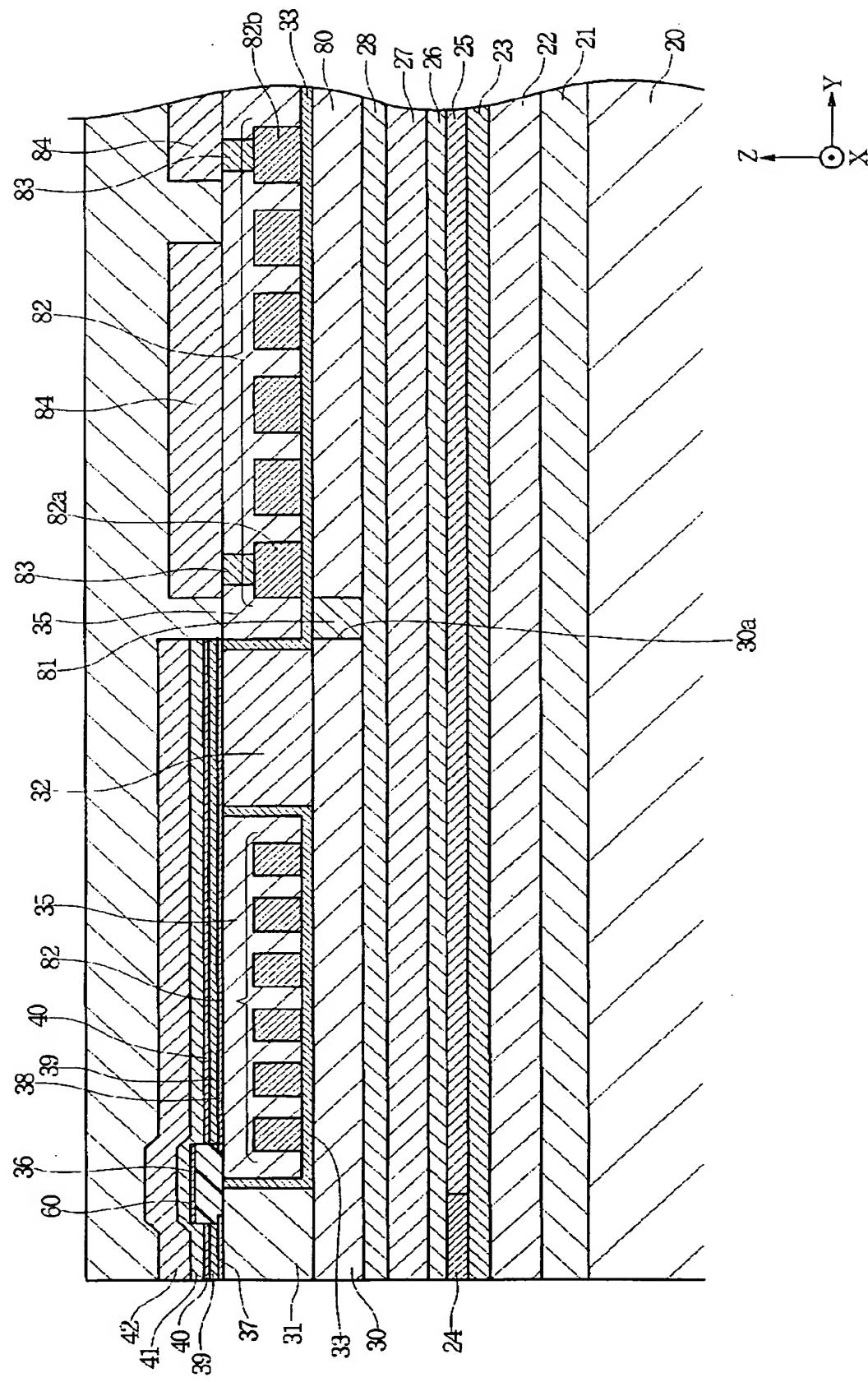
【図26】

図26



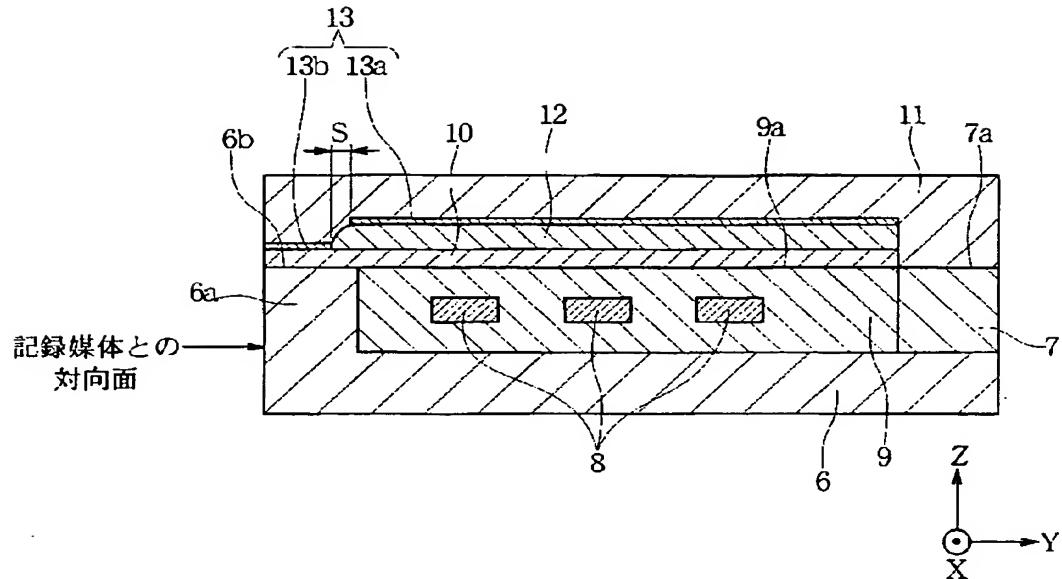
【図27】

27



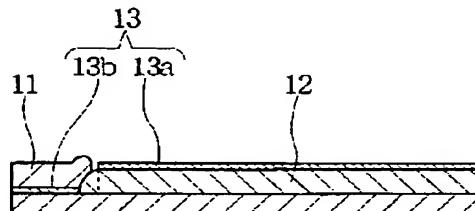
【図28】

図28



【図29】

図29



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 特にトラック幅を所定寸法に高精度に形成でき狭トラック化に適切に対応できるとともに、磁路長を短くでき記録特性を向上させることができる磁気ヘッド及びその製造方法を提供することを目的としている。

【解決手段】 Gd決め層36の上面の全ての領域を覆う第1メッキ下地層60を形成することにより、Gd決め層36の上に上部磁極層41を確実に形成することができる。また下部磁極層39及びギャップ層40のハイト方向側の端面がGd決め層36の対向面側の端面に接触し、ギャップ層40上に上部磁極層41が形成されるので、上部磁極層41は、第1メッキ下地層60に近い位置からメッキ成長することになり、上部磁極層41を第1メッキ下地層60上に正確に届かせることができる。

【選択図】 図1

特願 2003-066221

出願人履歴情報

識別番号 [000010098]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区雪谷大塚町1番7号  
氏 名 アルプス電気株式会社